

أ.د. حسنيه موسى

الدنيا الجديدة

قصة العصر الذرى


بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة دنيا العلم

الكتاب الثانى

الطبعة الأولى

١٩٩٩

دنيا العلم

سلسلة من الكتب العلمية الثقافية.تتناول جوانب المعرفة العلمية المبسطة للقارئ غير المتخصص وتساعده على معرفة العالم من حوله

الدنيا الجديدة

قصة العصر الذرى

ا. د. حسنيه موسى

حائزه لجائزة التشجيع العلمى

المحتويات

الصفحة

الصفحة

الفصل الخامس

الفصل السادس

الفصل السابع

الفصل الثامن

الصفحة

بسم الله الرحمن الرحيم

إهـــــــداء

إلى أبناء العصر الذرى الـذى نعيـش بداياتـه...

إلى الأجيال المتطلعـة الى سـلام شـامل ودائـم...

إلى شباب الجيل الـذى لا يعـرف الحـرب وأهوالهـا...

إلى الراغبين فـى معرفة كنه العـالم الـذى نعيشـه الآن...

إلى الباحثين فـى قصه الـذرة والإشـعاع والطاقـة الذريـة...

إلى طـلاب الثقافـة والمعرفـة...

أهـدى كتـابى هـذا

المؤلفـــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

هذه السلسلة

من دنيا العلم

ما أجمل أن تكون الحقائق العلمية والتاريخية واضحة المعالم. وما أروع أن يسخر العلم كي ينقشع الضباب وتتضح الرؤيا.

وما أسمى أن نسهم بإضافة حلقات جديدة في سلسلة المعارف والعلوم التي تداولتها وأضافت اليها شعوب المشرق والمغرب بالتناوب عبر العصور. فما أن تخبو جذوة العلم عند قوم حتى يحمل مشعل الهداية قوم آخرون.

وما أحوج شباب اليوم أن يسمو بفكره ويطفئ ظمأه بجرعات من مناهل العلم، تتناثر خلال حياته كنجوم مضيئة. وأن يعرف شيئاً من أعمال الرواد الأوائل الذين أقاموا من الجهد والعلم والمال والصبر والعزيمة، والتعاون العلمي الصادق درجاً، يعرجون منه إلى منافذ السماء بسلطان. ليقفوا على قبس ضئيل من أسرار هذا الكون وعظمته.

هذه المجموعة من الكتب العلمية المبسطة، تهيئ للقارئ العربي زاداً يشبع به حاجته في شتى مناحي المعرفة. وتوضح أعمال العلماء الذين أرسوا قواعد العلم. ونسجوا بفكرهم حضارة الإنسان وثقافته. فكان لهم قصب السبق، ينير لنا الطريق. قطرات معدودات مما أفاضت به المراجع من كنوز العلم وثمار المعرفة.

ولا أدعي أنني قد استقصيت كل ما هو مدون بالتراث. بل حاولت جهد استطاعتي الإلمام بخلاصة هذا التدوين في كتيبات تناول كل منها موضوعاً مستقلاً.

أرجو أن أكون بهذا العمل. قد وفقت إلى إضافة الجديد والمفيد لقراء اللغة العربية.

المؤلفة

تمهيد

فى ذكرى مرور مائة عام على اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعى. وفى ذكرى مرور خمسين عاما على دخول البشرية فى عصرها الذرى، وقبل أن يوشك القرن العشرين، أن يوصد أبوابه معلنا عن رحيله، يسعدنى أن أتقدم بكتاب "الدنيا الجديدة" الى قراء اللغة العربية، للتبصير بمجريات الأحداث العلمية التى بدأت مع بداية قرننا الحالى متمثلة فى البحوث الذرية التى أدت الى التوصل الى الطاقة الذرية.

ففى اليوم الثانى من ديسمبرعام١٩٤٢ وليس قبل ذلك، أمكن للإنسان إجراء أول تفاعل ذرى يقيم نفسه بنفسه.

ولأول مره فى تاريخ البشرية الطويل والذى يقدر بملايين السنين، أصبح فى قدرة الإنسان أن يستغل طاقه، ليست الشمس مصدرها. لكى يبدأ عصرا جديدا لقب بالعصر الذرى.

وكتاب الدنيا الجديدة هو الكتاب الثانى فى سلسلة "دنيا العلم" التى تتناول تاريخ العلم منذ البداية فى صوره ميسره للقارئ غير المتخصص٠

ا٠د٠حسنيه موسى

يروى لنا تاريخ هذا العصر قصة الصراع الخالد بين الإنسان وبين غياهب الطبيعة وأسرارها. إنها قصة البحث الدائم عن ماهية الكون وكنهه ومكونات المادة وخباياها، أبطالها هم أعلام العلماء الذين حازوا على جوائز نوبل فى الفيزياء والكيمياء. ومنهم الرجال ومنهم أيضا النساء. ومنهم من واصل الليل بالنهار قابعا فى محرابه حتى اهتدى بنور العلم إلى كثير من الحقائق التى ظلت خافية على بني البشر منذ أن كان على وجه الأرض إنسان يعى ويدرك ويبصر.

ويستعرض هذا الكتاب جهود العلماء المضنية فى سبيل تحطيم الذرة ومعرفة مكوناتها. وكيف أن المادة المتمثلة فى كل شئ فى الوجود كالماء والهواء والتراب والمعادن وأجسام الكائنات وأيضا النجوم المتألقة فى السماء، تتركب من عدد من الجسيمات المكهربة وغير المكهربة. ومن ذرات العناصر تتكون الجزيئات، ومن الجزيئات تتكون سائر المواد. وبتفتيت نواة الذرة والاستفادة من الطاقة الكامنة بها أمكن الحصول على مصدر جديد للطاقة فتح آفاقا عديدة لعصر جديد.

ويتضمن كتاب "الدنيا الجديدة" القصة الكاملة للعصر الذرى وكيف تم للعلماء استغلال الطاقة الجديدة فى صناعة القنابل الذرية لإنهاء الحرب العالمية الثانية.

وفى غضون نصف قرن من الزمان، تم تطبيق المفاهيم الذرية على النطاق الصناعى والتجارى والعلمى، وتقدمت الصناعات الذرية تقدما مذهلا، ونشأت صناعات جديده، واتسع حقل التطبيق فعرفت النظائر المشعة وطاقه الاندماج النووى حتى لقب هذا العصر بالعصر الذرى.

لقد كان لهذه التكنولوجيا الجديدة أثر واضح وملموس فى إنعاش كثير من دول العالم وفى خلق حضارات وفى بناء مجتمعات جديده وفى تقدم المدنية تقدما عظيما حتى وصلنا الى ما نحن عليه الآن.

بهذه القصة الواقعية ننقل إلى شباب الجيل والاجيال الصاعدة صورة موجزة. عن أهم الأحداث العلمية التى أحدثت إنقلابا تاما فى فترة وجيزة من تاريخ البشرية الطويل. راجين لشباب اليوم أن يشارك بعلمه وفكره وجهده وعزمه فى خدمة قضايا السلام للعبور إلى الدنيا الجديدة مع بداية قرن جديد.

المؤلفة

الفصل الأول

العبور إلى الدنيا الجديدة

"... قـد يسـعدك أن تعلـم أن البحـار الايطـالى قـد وصـل مـن تـوه الى الدنيا الجديـدة."

بـهذه العبـارة التاريخيـة الغامضـة، يسـتهل "آرثـر.كومبـتن" حديثـه هاتفيـا مـع "جيمـس.ب.كونـانت" ، الـذى يتسـاءل فـى لهفـة شـديدة، "... أحقـا مـا تقـول يـا آرثر؟!، وهـل أبدى المواطنـون مـودة لـه .؟ " فيجيـب آرثـر: لقـد وصلـوا جميعا سالمين سـعداء.

لم تكـن هـذه الكلمـات الغامضـة سـوى تعبـير بالشـفرة عـن شـروق شمـس العصر الـذرى.

أمـا البحـار الايطـالى فـهو عـالم الطبيعـة، الايطـالى الأصـل والنشـأة، الأمريكـى الجنسية والحاصل علـى جـائزة نوبـل فـى الفيزيـاء. وهـو الـذى يطلـق اسمه على المفاعل الذرى حيث يعـرف بمفـاعل فـيرمى.

وأمـا المكـان فـهو ملاعـب الاسـكواش فـى إسـتاد جامعـة شـيكاغو حيـث يحتشـد العـاملون أمـام تجربتـهم الحاسمـة، ينتظـرون شـيئا مـا غامضـا سـوف يحـدث، وإذا بقضيب من عنصر الكـادميوم يخـرج ببـطء مـن جسـم غريـب علـى هيئـة كـره ضخمـه، تبدو وكأنـها خلية نحـل.

وفـى تمام الساعة الثالثـة والثلـث مـن بعـد ظـهر اليـوم الثـانى مـن ديسـمبر عـام ١٩٤٢، يعطـى "فـيرمى" أوامـره بجـذب قضيـب الكـادميوم قدمـا أخـرى الى الخـارج، وعندئـذ يتـأرجح المؤشـر بقـوة إلى أعلـى معلنـا عـن ميـلاد أول تفـاعل ذرى يقيم نفسه بنفسه، ويضئ مصباحـا كـهربائيا صغـيرا.

وما الدنيـا الجديدة إلا عـالم فسـيح الأرجـاء، هـو عـالم الـذرة الـذى نعيـش بداياتـه.

أمـا كيـف تم للإنسـان التوصـل الى معرفـة هـذا العـالم الجديـد فـهذه هـى قصتنـا .

إذن فلنبـدأ القصة مـن أولهـا ...

الذرة والنظريات القديمة

قبـل الميـلاد بسـتة قـرون، شـهدت مدينـة مليطـه ميـلاد رجـل مـن عبـاقرة رجـال التاريخ كـان يدعـى "طـاليس". وبلـدة مليطـه هـذه تقـع فـى آسـيا الصغـرى التـى كـانت إذ ذاك جزءا من بـلاد الإغريـق. وقـد تربـع طـاليس هـذا علـى رأس قائمـة حكمـاء الإغريـق الأوائـل الذيـن كتبـت لهـم الشـهرة والنبـوغ والخلـود. ومنـذ نشـأته الأولى، اتسـم بشـرود الذهـن والتفكـير الدائـم فـى الكـون وكنهـه. ويذكـر التـاريخ أنـه عندمـا كـان يسير ليـلا رافعـا بصره الى السـماء يتـأمل مـا بـها مـن نجـوم، سـقط فـى حفـرة لم يرهـا، فضحـك عليـه المـارة وقـال أحدهـم سـاخرا، هـذا هـو الرجـل الذى يريد دراسة الكون وهو لا يـرى أسـفل قدميـه.

لقـد كـان طـاليس يريـد حقـا دراسـة الكـون. ولـذا كـان دائـم السـؤال عمـا إذا كـانت هنـاك مـادة أساسيه، أو نـوع مـن لبنـات البنـاء يتكـون منـها كـل شـئ فـى هـذا الكـون.

إن قصة البحـث عـن حـل لهـذا السـؤال، تعـد مـن أعظـم قصـص المبـاحث العلميـة التـى شـغلت العلمـاء والبـاحثين أكـثر مـن ألفـى عـام. ولم يـهتد الإنسـان الى الإجابة الصحيحة علـى سـؤال "طـاليس" إلا مـع بدايـة قرننـا الحـالى.

المادة الكونية

بعـد أن انقضـى عـهد "طـاليس" بقـرن مـن الزمـان، عـبر كـل مـن "أناكسـاجوراس" و"ليوسـيبيس" و"أمبيدوكـل" و"ديموقريطـس" و"لوفكيـب"، عن تخمين رائع كـان لـه فيمـا بعد دور بـارز فى تـاريخ الفكـر العلمـى العـالمى عن المادة الكونية والتصورات التى وضعت عن مكوناتها.

ذكـر هـؤلاء الفلاسـفة أن كـل شئ فى الوجـود يتـألف مـن دقـائق غايـة فـى الصغـر لا تـرى ولا تتجـزأ. وتتجمـع هـذه الدقـائق كنـوع مـن لبنـات البنـاء لكـى تكـون المـواد المختلفـة. وقـد أطلـق عليـها كلمـة "اتـوم atom" أو ذرة. وهـى

مشتقة من الكلمة الإغريقية أتوموس ومعناها غير قابل للانقسام. ومن بين العبارات المأثورة التي سجلها التاريخ لهؤلاء العباقرة، ما جاء عن وصف الذرات :

" .... إننا نتحدث عن الحلو وعن المر، ونتحدث أيضا عن الساخن وعن البارد، كما نتحدث عن الألوان والمعادن، والواقع أنه ليس هناك سوى فضاء وذرات، لا نستطيع أن نراها وسط هذا الخضم الزاخر بالحشد الهائل، كما أننا لا نرى فى أسراب النحل من بعيد نحلات منفصلة، بل يبدو النحل ملتصقا كسحابة واحدة متكاملة. إن شعورنا بالبرودة والحرارة، ورؤيتنا للنار والتراب ما هى إلا الرؤية الخارجية للأشياء، بينما تحدث فى الداخل حركة واحدة فقط، هى حركة الذرات وانتقالها فى الفراغ".

تلك هى تعاليم "ديموقريطس" و"لو فكيب" التى حظيت بانتشار واسع. ولقد تطورت هذه التعاليم من قبل "ابيقور"(٣٠٠سنة قبل الميلاد)، و"لو كريتس" (فى القرن الأول قبل الميلاد). وأصبحت الذرات تتسم بتنوع بالغ فى أوزانها وأشكالها. فبعضها كروى الشكل وبعضها اسطوانية أو هرميه أو مكعبة. وهى تسير فى حركة أبدية بسرعات مختلفة الى وجهات عشوائية فى الفضاء اللانهائى.

غير أنه ليست الحضارة اليونانية والرومانية فقط هى التى أوجدت هذه المعارف. ولكن الحضارة الهندية كذلك كان لها دور ملموس لم يتجاهله التاريخ. فقد ذكر الفيلسوف "كندا" وهو المعاصر للفيلسوف "لو كريتس" أن الأجسام تتألف من ذرات تتميز عن بعضها البعض بخصائص مختلفة. ومن تعاليم "كندا" كذلك، إن أدق حبة غبار فى شعاع الشمس تتألف من ست ذرات كل اثنتين منها متحدتان بذرات مزدوجة. وتشكل أربع حبات غبار الجسيم التالى من حيث مرتبة التعقيد. وعلى هذا المنوال تم إحداث نظريه الذرات المختلطة، وهى إحدى أعمق وأهم النظريات المتعلقة بتركيب المادة.

ولقد مرت بعد ذلك قرون عده، وتطورت العلوم وتعددت الآراء وتنوعت المعارف وصيغت النظريات، لكي يرتد العلماء تدريجيا الى آراء "ديموقريطس". ففي أواخر القرن السابع عشر أعلن الكيميائي الانجليزي "روبرت بويل" أن الغازات تتكون من جسيمات دقيقه غاية في الصغر. وتستطيع الذرات عند اتحادها مع بعضها البعض، أن تشكل جسيمات اكثر تعقيدا.

أما "جون دالتون" العالم الانجليزي، فكان أول من صاغ النظرية الذرية صياغة علمية ونشرها عام ١٨٠٣، عرفت فيما بعد بالنظرية الذرية القديمة.

افترض "دالتون" أن المادة تتكون من دقائق صغيرة تعرف بالذرات. وأن لكل عنصر ذراته الخاصة التي تختلف عن ذرات العنصر الآخر في الوزن والخواص. وتتآلف ذرات العناصر لتنتج جزيئات المركبات. فعلى سبيل المثال تتحد ذرتان من عنصر الهيدروجين مع ذرة واحدة من عنصر الأكسجين لتنتج جزيئا واحدا من مركب الماء.

ولكن "دالتون" مثل "ديموقريطس" أوضح أن الذرات هي أصغر الجزيئات التي تحمل صفات المادة ولكنها غير قابلة للانقسام، وشاطره العلماء رأيه هذا لما يقرب من خمسين عاما بعد وفاته. حتى قام العلماء في نهاية القرن الماضي ببحوث أثبتت أن الذرات يمكن أن تنقسم الى ما هو أصغر منها.

ويدين علم الكيمياء للعالم السويدي الشهير "برزيليوس" الذى آمن بفروض النظرية الذرية. وقام بإجراء التحاليل لأكثر من ألفي مركب كيميائي مختلف.

ففي عام ١٨١٩، اقترح "برزيليوس" أن ذرات العناصر محملة بكميات غير محدودة من الكهرباء الموجبة والسالبة. وقد بني نظريته هذه على ما

شاهده من أن التيار الكهربى له المقدرة على فصل ذرات الجزيئات بعضها عن بعض، وذلك بعد نجاح "نيكولسون" فى فصل مكونات الماء الى عنصريه بالتحليل الكهربى عام ١٨٠٠.

وفى عام ١٨٩١ استنتج "هلمهولتز" أن الذرات تحمل شحنات كهربية، وأن الكهرباء كالمادة لها طبيعة ذرية. وبذلك فقدت الذرة معناها التاريخى من حيث أنها الجوهر الفرد الذى لا يقبل التجزئة.

الصورة الجديدة للذرة

من أهم الاكتشافات التى أدت الى تكوين الصورة الجديدة للذرة، اكتشاف أشعة المهبط، وظاهرة النشاط الاشعاعى.

أشعة المهبط (Cathode Rays)

فى عام ١٨٥٩ اكتشف العالم الالمانى "بلاكر" أنه عند إمرار تيار كهربى فى أنبوبة مفرغة من الهواء، تنبعث من القطب السالب فيها إشعاعات سالبة التكهرب تسبب توهجا لجدار الأنبوبة المقابل له.وذلك نتيجة تصادم هذه الأشعة مع ذرات مادة الزجاج.

وقد أصبحت هذه الأشعة مادة البحث من قبل العديد من العلماء وأطلق عليها اسم أشعة المهبط.

جُسيمات أصغر من الذرة

فى محاضرة للعالم الانجليزى "ويليام كروكس" عام ١٨٧٤، عرض فيها فرضية جريئة، جاء فيها أن أشعة المهبط هى عبارة عن سيل من الجسيمات المادية التى تتحرك بسرعة هائلة، ومشحونة بشحنة سالبة. وتدخل هذه

الجسيمات بناء على رأى "كروكس" فى تركيب كل ذرة، ولذا لا يمكن اعتبار الذرة اصغر جزء من المادة أو أنها غير قابلة للتجزئة.

وفى عام ١٨٩٧، أجرى العالم الانجليزى أروع البحوث على أشعة المهبط وأطلق على هذه الجسيمات لقب كهارب أو إلكترونات (Electron).

الأشعة الموجبة والبروتون
Positive rays and proton

فى عام ١٨٨٦ لاحظ "جولد شتاين"، أن القطب السالب إذا ما عمل كقرص مثقب، تخرج منه أشعة تتكون من دقائق موجبة الشحنة سميت بالأشعة الموجبة. وحيث أن الإلكترونات تكون الأجزاء الصغيرة السالبة من الذرة، فان الجزء الموجب المتبقى هو عبارة عن وزن الذرة الأصلية. وقد أطلق عليه العالم النيوزيلاندى "رذرفورد" اسم البروتون. وعلى هذا فإن ذرة الهيدروجين مثلا وهو أخف الغازات تتكون من بروتون واحد وإلكترون واحد. واشتق لفظ بروتون من كلمة إغريقية تعنى "الأول" لأنه كان يعتقد انه الوحدة الأساسية التى صنعت منها المادة. ومع وجود الإلكترون السالب والبروتون الموجب يكون التأثير الخارجي للذرة متعادلا.

الفصل الثانى

النشاط الإشعاعى

فـي عـام ١٧٨٩ تم اكتشاف عنصر جديـد فـي معمـل صغـير لعـالم المـانى اسمـه "مـارتن كلابـروث" كـان يعمـل فـى أحـد مشـروعات التعديـن التـى يستخدم فيـها الخـام المعـروف بالبتشـبلند. وقـد فصـل خـلال تجاربـه مسـحوقاً أسـود لـه خـواص كيمائيـة، تختلـف اختلافـا بينـا عـن خـواص جميـع العنـاصر المعروفة فـي ذلك الوقت. فهو يتميز بانبعاث وميـض خـافت يضـئ فـى الظـلام. وعندمـا عـرض "كلابـروث" مادتـه الجديـدة علـى زملائـه فـى المعمـل، أصابتـهم الحـيرة والدهشـة ولم يتمكـن أحـد منـهم أن يتعـرف علـى ذلـك الوميـض السحري أو يجد لـه تفسيرا أو استخداما.

ولكـن المـادة الجديـدة تحتـاج الى اسـم جديـد يناسـب خواصـها المتميزة. وتكريمـا للكوكـب "يورانـوس" الـذى أكتشـف قبلـها بمـدة قصـيرة، سمـى كلابـروث مادتـه المحـيرة "يورانيـوم". وقـد ظلـت هـذه المـادة الغريبـة لأكثر من قرن من الزمان وهـي فـى عزلتـها كمـا لـو كـانت أعجوبـة فـى معـامل الأبحـاث واحتلت الرقم ٩٢ فـى الجـدول الـدورى للعنـاصر.

عكـف العلمـاء علـى دراسـة خـواص العنصـر الجديـد ومنـهم عـالم الطبيعـة الفرنسـى "هـنرى بكريـل". وكـان لديـه ألـواح فوتوغرافيـة حساسـة ملفوفـة فـى غـلاف سميـك مـن الـورق الأسـود الـذى يحجـب نفـاذ الضـوء، وكـانت هـذه الألـواح معروفـة منـذ عـام ١٨٦٩ ويطلـق عليـها اسـم "الباغـة" أو "السـيليلويد". حيث كـانت تستخدم فـى صناعـة أفـلام السينما. وعندمـا أراد بكريـل أن يـدرس خـواص وميـض اليورانيـوم أخـذ هـذه الألـواح المغلفـة بـالورق الأسـود ووضـع فـوق كـل منـها قطعـة مـن ملـح اليورانيـوم وتركـها فـى درج مظلـم فـى مكتبـه تمهيدا لتعريضها لضـوء الشـمس. وكـان بكريـل يعتقـد أن أمـلاح اليورانيـوم مثـل المـواد الفلوريه إذا وضعـت فـى ضـوء الشـمس السـاطع فإنـها تبـدأ فـى الإضـاءة والتـألق. أمـا فـى الظـلام فإنـها لا تضـئ أبـدا. ولكـن تلبـد السـماء بـالغيوم حـال دون تنفيذ ما أراد. ولمـا طـال انتظـاره، بـادر بـإخراج الألـواح وقـام بتحميضـها. وكـم كـانت دهشـته عندمـا لاحـظ صـورة بلـورات ملـح اليورانيـوم واضحـة المعالم كما لـو كـانت تعرضـت لضـوء الشـمس. لقـد كـان اليورانيـوم طيلـة ذلـك

الوقت يطلق أشعته النفاذة تلقائيا لتخترق الغلاف الأسود وتؤثر على الألواح الفوتوغرافية.

ترى هل هناك عناصر أخرى تسلك هذا السلوك؟.

إن بكريل لم يجد سوى اليورانيوم كمادة مشعة ليجرى عليها تجاربه.

مضى عامان على إعلان "بكريل" عن نتائج تجاربه، استطاعت بعدها فتاة بولنديه شغفت بدراسة *الإشعاع* كموضوع هام وجديد لنيل رسالة الماجستير، أن تكتشف موادا مشعة أخرى. وفي صبر وأناة وإصرار غريب بدأت "ماري سكلود فسكايا" اختبار العناصر المعروفة واحدا تلو الآخر. وجوزيت بما صبرت. لقد كان أجرها العظيم أنها اكتشفت أن عنصر "الثوريوم" أيضا مثل عنصر"اليورانيوم" يشع تلقائيا. وكان ذلك دليلا واضحا أن هذا النشاط لم يكن صفة اختص بها عنصر اليورانيوم دون سواه من العناصر. لذا أطلقت على هذه الظاهرة اسم "النشاط الإشعاعي الذاتي". لقد كشفت هذه الفتاة سرا من أسرار كوكبنا الذى نعيش فوقه، ظل محتفظا به ما يزيد على أربعة مليارات ونصف من السنين. ذلك هو النشاط الاشعاعي الذى أدخل البشرية في عصر جديد، ألا هو العصر الذرى.

اكتشاف البولونيوم والراديوم

إن الحديث عن البولونيوم والراديوم يفقد الكثير من أهميته وسحره ما لم نتحدث عن مدام كوري. تلك السيدة البولنديه التي كرست حياتها لخدمة العلم والإنسانية (١٨٦٧-١٩٣٤).

ما كان أحد يدرى ماذا تخبئ الأيام لتلك الفتاة التي استقلت القطار من وطنها بولنده متوجهة صوب باريس. لقد تركت الأهل والوطن بعد أن قررت استكمال دراستها في جامعة السوربون. إن أقصى ما كانت تحلم به

"ماری سكلود فسكايا" فی تلك الفترة من حياتها، هو إنهاء الدراسة الجامعية والعودة الى بلدها بولنده لتقوم بتدريس الفيزياء فی المدارس الثانوية أسوة بوالدها مدرس العلوم. وما أن تركت ماری وطنها حتی خطت أولی خطوات ذلك الطريق الشائك الطويل الذی خلد إسمها ووضعه فی مصاف أعظم العلماء من أبناء البشرية جمعاء. لقد أمضت سنوات الدراسة فی تقشف تام وعمل صادق متواصل حتی حازت دبلومتين فی آن واحد.

وفی عام ١٨٩٥، قدر لهذه الفتاة ألا تعود الی وطنها ثانية بعد أن تزوجت من الفيزيائی "بيير كوری" الذی لعب دورا هاما فی حياتها.

شغلت ماری بموضوع الإشعاع الذاتی لليورانيوم الذی اكتشفه مؤخرا "هنری بكريل". وبدأت العمل فی ظروف صعبة للغاية حيث كانت الأجهزة المستخدمة فی ذلك الوقت بدائية إلی حد كبير. إلا أنها كانت تعمل فی صبر وإصرار حتی تبين لها أن هناك معدنين فی خام اليورانيوم (البتشبلند) يؤثران علی جهاز كشف الإشعاع تأثيرا أقوی بكثير من تأثير اليورانيوم والثوريوم. وجاءت النتيجة تؤكد وجود عنصر كيمائی مجهول يتصف بنشاط إشعاعی قوی. وبعد جهود جبارة تم فی النهاية اكتشاف هذا العنصر وتقرر تسميته بالبولونيوم علی شرف بولنده موطن ماری كوری.

استمر العمل من جديد وبذلت جهود مضنية أدت الی تحقيق نصر آخر. فقد تم اكتشاف عنصر مجهول يضئ بوميض سحری يتألق بين الأزرق والأخضر ويبدو وكأنه معلق فی الظلام، بل ويتفوق بنشاطه الاشعاعی مليون مرة علی عنصر اليورانيوم. وتقرر تسميته بالراديوم. وهو اسم مشتق من الكلمة اللاتينيه راديوس وتعنی شعاع.

وهكذا تم اكتشاف البولونيوم والراديوم عام ١٨٩٨، بعد تدبير الحصول علی أطنان من المادة الخام من مناجم مقاطعة بوهيميا بالنمسا. وكانت الحكومة النمساوية لا تستفيد منها وكان يسرها التخلص منها بشرط أن تتكفل مدام كوری بنفقات نقلها. وقد استنفدت عملية النقل هذه كل مدخرات مدام كوری وزوجها.

العنصر السحرى

مـرت الأيـام تلـو الأعـوام والعنصـر الجديـد فـى عزلتـه يرفـض رفضـا قاطعـا التعرف علـى النـاس. وبعـد مـرور أربعـة أعـوام مـن العمـل الدائـب والمتواصـل، تمكنـت مـارى كـورى مـن فصـل حبيبـة مـن كلوريـد الراديـوم النقـى الـذى أعطـى طيفا واضحـا للعنصـر الجديـد، وكـان وزن الحبيبـة لا يتجـاوز عشـر الجـرام. إلا أنها كانت كافية للاعـتراف الرسمـى بـالمولود الجديـد ومنحـه شـهادة ميـلاد. وتمكـن بعدهـا العالمـان كـورى مـن معرفـة صفـات الراديـوم، فـهو معـدن لـين فضـى اللـون، يوجـد دائمـا مختلطـا مـع عنصـر البـاريوم ويشـبهه فـى الخـواص. ويمتـاز الراديـوم بنشـاطه الإشـعاعى حتـى أن أملاحـه تضـئ فـى الظـلام. وعنـد إذابـة أمـلاح الراديـوم فـى المـاء، فـإن المـاء يتحلـل تدريجيـا الى مكوناتـه مـن الأكسـجين والهيدروجـين.

إن أكـثر مـا يثـير الدهشـة فـى هـذا العنصـر وأعجـب مـا فيـه، هـو نشـاطه الدائم. فهو يرسـل أشعته ليلا ونـهارا دون ملـل أو كلـل. ويطلـق الجـرام الواحـد مـن الراديـوم خـلال ساعة زمنية واحـدة كميـة مـن الحـرارة تكفـى لإذابـة جـرام ونصـف مـن الجليـد. نعـم إن جـرام الفحـم يطلـق عنـد احتراقـه كميـة مـن الحـرارة تعـادل خمسـة أضعـاف الطاقـة المنبعثـة مـن جـرام الراديـوم، ولكـن الفحم يحترق عن آخره ولا يتبقـى منـه شـئ. بينمـا يبقـى جـرام الراديـوم علـى حالـه. فـهو إذن وقـود لا يفنـى. ومعـين لا ينضـب. إنـه أشـبه بـالكيس السـحرى الـذى يحـوى دومـا عمـلات ذهبيـه مـهما أخـذ منـه. إن الراديـوم مسـتعد وبـدون توقـف أن يطلـق طاقتـه خـلال سـنوات وسـنوات جديـدة، وهـى ظـاهرة لم تعرف قبل ذلـك.

ومـن الصفـات الغريبـة للراديـوم كذلـك هـى صمـوده أمـام المؤثـرات الخارجيـة مثـل الحـدود القصـوى للحـرارة والـبرودة والضغـط والمـواد

الكيميائية الشديدة الفعالية وتأثير المواد شديدة الانفجار. وأقوى الحقول الكهربائية، كلها لا تؤثر على النشاط الاشعاعى للراديوم أو على كمية الطاقة التى يطلقها.

ولكن من أين يستمد عنصر الراديوم كل هذا الكم الهائل من الطاقة؟!. لقد كانت الإجابة دائما، لا أحد يدرى. إن الأمر يبدو كما لو كان ينتمى إلى عوالم أخرى خارج عالمنا، ويتغذى بنفس النار التى تساند ضياء الشموس فى الفراغ الكونى بالرغم من مرور فترات لا حدود لها من الزمن.

ويمتاز الراديوم كذلك بخواص فسيولوجية. فهو يحطم الأنسجة ويقتل البكتريا. ولقد أخذت الخواص العلاجية للراديوم تحظى باهتمام رجال الطب والعلاج منذ اكتشافه وخاصة فى مداواة سرطان الجلد.

بعد ذلك تسلمت مارى كورى رسالة من الولايات المتحدة الأمريكية جاء فيها انه تقرر بناء مصنع للراديوم، ويرجى من العالمين كورى أن يتفضلا بإعطائهم المعلومات اللازمة بخصوص هذا المشروع. وكان فى إمكان عائلة كورى أن يسجلا اكتشافهما هذا وأن يحصلا على الحقوق الكاملة لاستخلاص الراديوم صناعيا مما يؤمن لهما أموالا طائلة. ولكن هكذا دائما يكون العلماء. لقد صرحا بان وليدهما هذا هو ملك للعالم والإنسانية جمعاء. وبعثا برسالة تتضمن معلومات مفصلة حول استخلاص الراديوم من خاماته، فالإسراع فى تشغيل المصنع يعنى الإسراع فى الشفاء من مرض السرطان.

وفى عام ١٩٠٣ ألقى بيير كورى محاضرة عن الراديوم وضح فيها كيف ان القوى السحرية المختبئة فى هذا العنصر تجبر شاشة مشربة بكبريتات الزنك على الإضاءة والتألق، وتؤثر على ألواح التصوير الملفوفة بورقة سوداء. إن نشاط الراديوم عنيف جدا لدرجة أن إضافة كميات ضئيلة من أملاحه الى أنواع خاصة من الدهان تجعله يضئ على الدوام. وقد

استعملت هذه الدهانات فى طلاء عقارب أجهزة الملاحة الجوية والبوصلات والساعات لسهولة استعمالها فى الظلام.

وفى نفس العام منح العالمان كورى مع هنرى بكريل جائزة نوبل. وأصبحت مارى أول امرأة تمنح هذه الجائزة. وقد منحت هذه الجائزة مرة أخرى بعد ثمانية أعوام وذلك تقديرا لأبحاثها فى مجال الكيمياء. وبقيت مارى كورى هى الوحيدة فى العالم التى منحت جائزة نوبل مرتين. وفى عام ١٩٠٦ شغلت مارى منصب الأستاذية الذى خلا بوفاة زوجها فواصلت العمل بمفردها. وكانت أول امرأة تشغل هذا المنصب فى التاريخ.

وبعد أن كشفت مارى كورى عن ظاهرة النشاط الاشعاعى الطبيعى أو إشعاع المواد الموجودة فى الطبيعة والذى يتم تلقائيا، أمكن لايرين ابنتها التى شابهت أمها والتحقت بركب المشتغلين فى هذا المجال، أن تكتشف هى الأخرى طريقه إحداث ظاهره نشاط إشعاعى صناعى، أى من صنع الإنسان. ذلك الكشف الهام الذى كان له تطبيقات عظيمة فى مجالات الطب والصناعة والزراعة.

ولقد انتهى أجل مدام كورى عام ١٩٣٤ وقامت ابنتها بكتابه تاريخ حياتها المجيد والحافل بالبحوث العلمية الأساسية فى مجال الإشعاع الذاتى للعناصر، والتى كان لها فضل السبق فى إنجازها، بعد أن قدمت حياتها قربانا للعلم.

لقد قال عنها " أينشتين " إن مدام كورى هى الوحيدة التى لم يفسدها المال و الشهرة.

وفى معرض بروكسل الدولى عام ١٩٥٨، تم عرض مفكرة صغيرة خاصة بتجارب مارى كورى. وبجوار المفكرة عداد للأشعة مزود بمكبر للصوت، يوضح أن هذه المفكرة لم تتوقف عن إصدار أشعه ذات نبضات مسموعة، صادره من مادة مشعة. فمنذ أكثر من نصف قرن من الزمان، سقط عفوا على

أحد أوراق المفكرة نقطه من محلول يحتوى على أملاح الراديوم أثناء قيام ماري كوري بأبحاثها في المعمل. وقد بليت أوراق المفكرة، وتآكلت صفحاتها، وصاحبتها ليست في عداد الأحياء منذ زمن بعيد. وما زلنا حتى الآن نسمع إشارات ذلك الراديوم المشع، الذى ينبض على الدوام. كأنما يذكرنا دائما باسم مارى كورى، العالمة العظيمة التى كرست كل حياتها لتحقيق أحد أعظم الاكتشافات العلمية الرائعة، ألا وهى ظاهره النشاط الاشعاعى وعنصر الراديوم الذى يتحلل ويبعث أشعه تتكون من جسيمات أصغر بكثير من الذرة نفسها. وما تلى هذا الاكتشاف من الغور فى أعماق الذرة ومعرفة كنهها وتركيبها .

وفى سنه ١٩٠٠ اكتشف العالم الالمانى "فريدريك ارنست" غازا شديد النشاط الاشعاعى مرافقا للراديوم أطلق عليه أسم "رادون". وأصبحت الأضواء بعد ذلك مسلطة على العناصر المشعة التى احتلت مسرح الأحداث العلمية فى ذلك الوقت .

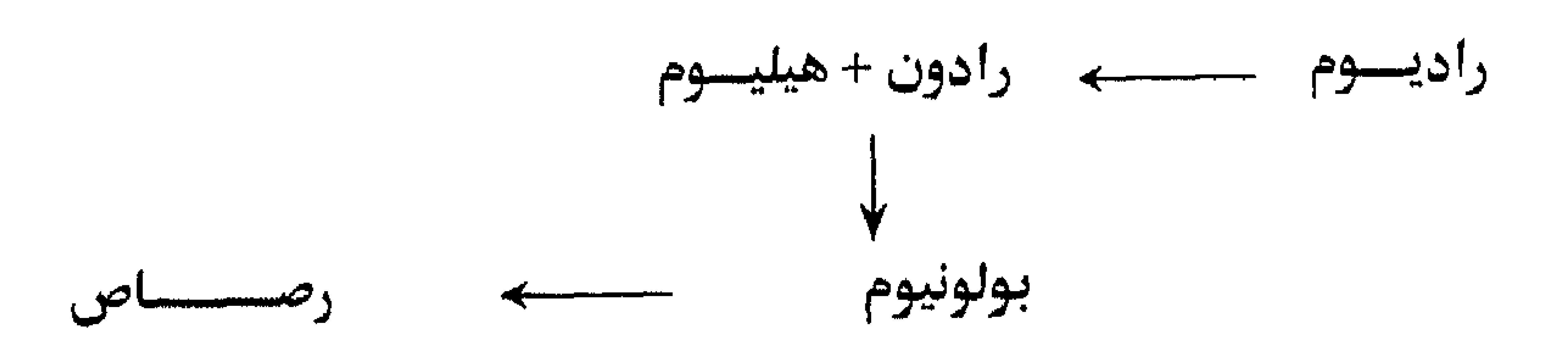
دراسة النشاط الإشعاعى

إهتم العلماء فى ذلك الوقت بدراسة النشاط الاشعاعى ومنهم "سودى" و"رذرفورد" العالم النيوزيلاندى. وفى عام ١٩٠٣ تبين أن تحول الراديوم الى إشعاع منبعث (عرف فيما بعد بالرادون)، يرافقه ظهور غاز الهليوم الذى يتكون من حطام الذرات الثقيلة التى تحطمت منذ زمن بعيد. وهو يمثل الحلقة الأخيرة فى التطور التحويلى البطئ للمادة، الذى يجرى داخل القشرة الأرضية.

لقد أرست أعمال هؤلاء العلماء فى ذلك الوقت الأساس لنظرية التحولات الإشعاعية للعناصر ،حيث أن الراديوم نفسه يتكون نتيجة تفكك اليورانيوم. ولهذا السبب أعلن عن نفسه لأول مرة عند دراسة خامات

اليورانيوم. وبذا اقترح رذرفورد وسودى أن ذرات العنصر المشع تتفتت الى أجزاء بعد انطلاق الأشعة منها. وأن أشعة بكريل التى تطلقها المواد المشعة، هى شظايا متطايرة من الذرات أثناء هذا الانفجار.

لقد تحطمت خرافه عدم إمكانية تجزئة الذرة بفضل اكتشاف الإلكترون، الذى بين أن الذرة هى منظومة معقده تتألف من جسيمات غاية فى الصغر. وأن النشاط الاشعاعى عبارة عن عمليه تحول تلقائى لذرات بعض العناصر الى ذرات عناصر أخرى عن طريق إطلاق جسيمات مشحونة.



وهنا يجب أن نذكر بالخير حكماء الإغريق وعلماء العرب وعلى رأسهم أبو بكر بن زكريا الرازى. الذى راح ضحية كتابه "المنصورى"، والذى ذكر فيه نظريته بتحويل العناصر الى ذهب. فكان سببا فى إصابته بالعمى. بعد أن رجم به على رأسه حتى تمزق. وكذلك كيميائيو العصور الوسطى الذين شغلوا بهذا التحويل ردحا طويلا من الزمان.

إن فكرتهم هذه لم تكن ضربا من الخيال العلمى. أو أملاً مستحيل المنال. ولكن كم احتاج العالم من الوقت والجهد والمال والتفكير، والتعاون العلمى الصادق لتحقيق هذه المعجزات ؟!.

إن أعظم قوه فى يد الإنسان تنبعث من شئ متناه فى الصغر، ألا وهو الذرة. فذرات الراديوم تتحطم متحولة إلى ذرات أخرى، ومع ذلك يبقى فى جوفها كم هائل من الطاقة ترحل منها رغما عنها فى تباطؤ شديد.

ترى هل يتيسر للعلماء فتح صنبور ذلك المستودع الهائل لكى تسيل الطاقة وفق هواهم ؟! ، وهل سيصبح فى الإمكان إخضاع هذه القوى

الخفية التي توارت في أعماق الذرة، تحت سيطرة الإنسان ؟!. لقد كتب "سودى" في إجابته على هذا السؤال قائلا ".. لو استطاع الناس عمل ذلك، فانه لا تبقى لديهم الحاجة لأن يحصلوا على خبزهم بعرقهم، ولأصبح في مقدورهم تغيير وجه الصحارى وإذابة الأقطاب المتجمدة، وجعل العالم كله حديقة غناء جميلة وجنة وارفه الظلال. وكم كانت تثير القلق حينذاك تلك الكميات المحدودة من الطاقة التي تمتلكها البشرية المعاصرة، مثل قوه الماء والرياح والطاقة الشمسية. فلو استطاع الإنسان إخضاع الطاقة الذرية لصالحه، لقفز خطوه هائلة الى الأمام، مثل تلك الخطوة التي أنجزها عندما أخضع النار لصالحه، وأصبح سيداً وآمراً لجميع المخلوقات على وجه الأرض ".

تلك هي فروض العلماء التي فتحت أمام البشرية آفاقا واسعة، وغيرت جذريا جميع التصورات المتعلقة بالذرات ومصيرها.

لقد كانت هذه الاكتشافات وغيرها في الفترة ما بين نهاية القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين، تهز أركان التصورات المتوارثة عن الكون وكنهه. وليس من شك في أن أشد ما ملك على الناس عقولهم، تداعى ذلك الحاجز بين المادة والطاقة. فما أقبل عام ١٩٠٥ حتى أعلن "ألبرت أينشتين" أشهر علماء القرن العشرين قاطبة، في نظريته "النسبية الخاصة"، أن المادة والطاقة شئ واحد. وأن القليل من المادة يستحيل الى كم هائل من الطاقة إذا تحولت المادة عن آخرها.

وأثارت دنيا العلم والعلماء عاصفة هوجاء من الاحتجاج على ما قاله أينشتين. ولكن البراهين المؤكدة لنظريته ما لبثت أن توالت وتتابعت وتكونت من نتائج البحوث التي ظهرت لتعطي صوره جديده عن تركيب الذرة. تلك اللبنه الخفية التي تتكون منها المادة. وما أن أتى عام ١٩١١ حتى خرج "رذرفورد" و"بوهر" بنظريتهما الثورية عن تركيب الذرة.

تركيب الذرة

أثبتت الأبحاث أن الإشعاعات التى تخرج من عنصر الراديوم ليست متجانسة. فإذا وضعت قطعة من خام الراديوم فى جفنة من الرصاص لها فتحة علوية بحيث يخرج منها حزمة صغيرة من الإشعاع تمر في مجال مغناطيسي، فان الشعاع يتفرق إلى ثلاث مجموعات من الأشعة، سميت بالحروف الأولى من حروف الهجاء اليونانية. وهى "ألفا α" و"بيتا β" و"جاما δ". وتنطلق أشعة "ألفا" على هيئه وميض من جسيمات تتحرك بسرعة كبيره جدا، وتحمل شحنات من الكهربية الموجبة، بينما تحمل أشعه "بيتا" شحنات من الكهربية السالبة. أما أشعة "جاما" فهي ذبذبات لا شحنه لها ولا تتأثر بالمجال المغناطيسى.

أجمع العلماء أن هذه الأشعة لابد أن تنطلق من الذرات نفسها. إذ ليس هناك مصدر آخر غير ذلك يمكن أن تنطلق منه. هذا بالإضافة إلى أن الذرة تختزن في جوفها كميات هائلة من الطاقة تنطلق على هيئه إشعاعات. وقد وجد أن جسيم "ألفا" ينحرف عن مساره المستقيم إذا اقترب بشده من نواة ذرة غاز. وحيث أن جسيم "ألفا" موجب الشحنة، فان هذا الانحراف يعنى أن مركز الذرة موجب الشحنة أيضا. وقد أطلق "رذرفورد" على ذلك الجزء من الذرة الذي يحمل الشحنة الموجبة اسم النواة. وحيث أن التأثير الكهربي للذرة كلها على ما حولها متعادل، فانه يستدل من ذلك على أن مركز النواة الموجبة لابد أن يكون محاطا بشحنات سالبه وهى التى عرفت بالإلكترونات أو الكهارب. وهى مشتقة من كلمه "إلكترم Electrum". وقد نجح العالم الاسكتلندي "ويلسن" (١٨٦٨-١٩٥٩) فى إظهار مسار أشعه "ألفا" و"بيتا" عن طريق تصوير السحابة الناتجة عن مرور هذه الأشعة فى غرفه خاصة. فإذا مرت هذه الجسيمات خلال بخار فوق مشبع تكثفت قطرات من السائل على هذه الجسيمات بحيث يظهر مسارها على هيئه خط

من الضباب يمكن تصويره. وهذا الخط يشبه الخط الذي يحدثه تكاثف الأبخرة وراء الطائرات النفاثة.

اكتشاف البروتون (Proton)

في عام ١٩١٩ لاحت في خاطر "رذرفورد" فكره ثاقبة، دفعت بالكشف العلمي خطوات إلى الأمام. فقد فكر في انه لو اتخذ من أشعه "ألفا" قذائف فلعله يستطيع أن يحطم الذرة. ولو أفلح، فان حطام الذرة يكون له هاديا ونبراسا في تفهم تركيبها ودراسة أجزائها.

أجرى "رذرفورد" تجربته الشهيرة على غاز النيتروجين وأمطره بوابل من أشعة "ألفا" الصادرة من الراديوم. إن هذه الأشعة إذ تنطلق من العنصر المشع تكون مزوده بطاقة هائلة وسرعة كبيره جدا تقترب من سرعة الضوء. لقد استطاعت هذه القذائف الثقيلة أن تصيب ذرات النيتروجين في قلبها إصابات مباشرة، تسببت في تفتتها وتطاير حطامها.

وعندما تحققت نبوءة "رذرفورد" اخضع هذا الحطام للفحص. فوجد انه عند قذف ذرات النيتروجين بهذه الجسيمات، يحدث أحيانا أن تختفي إحدى نوى ذرات النيتروجين ويظهر بدلا منها نواه ذره الأكسجين. ويظهر أيضا جسيم آخر أقل وزنا ويحمل شحنه موجبة، وقد سمى هذا الجسيم بالبروتون.

اكتشاف النيوترون (Neutron)

بعد اكتشاف البروتون ببضع سنوات وبالتحديد في عام ١٩٣٢، أجرى "شادويك" البريطاني تلميذ "رذرفورد"، تجربة مماثلة لتجربة أستاذه، وقام بقذف عنصر البريليوم بجسيمات ألفا فتولد شعاع نفاذ ظن أول الأمر أنه شعاع جاما، ولكن بعد إجراء التجارب اللازمة، أثبت أن هذا الشعاع يتكون

مـن جسـيمات لا تحمـل أيـة شـحنه كهربائيـة. لذلـك سميــت بالنيوترونــات. أي الجسيمات المتعادلـة كهربائيا. وبعـد ذلـك الكشـف الهـام أقـترح رذرفـورد وجـود النيوترونـات في نــواة الــذرة. ذلــك لأن العلمــاء كــانوا قــد تنبــأوا بوجــود "النيوترونات" ولكـن لم يكـن فـى استطاعتهم الحصـول عليـها.

وبالحصول علــى النيوتـرون، اكتملـت صـورة الـتركيب الدقيـق للـذرة.

النموذج المقترح للذرة

وهكـذا تم في غضـون الربـع الأول مـن القـرن العشرين، وفـى خـلال فـترة وجـيزة مـن تـاريخ البشـرية الطويـل، وبعـد أن اكتملـت عنـاصر المعرفـة، وتغـيرت فكــرة العــالم عــن تركيــب المــادة. تضـافرت جـهود العلمـاء وتم وضـع تصـور لنمــوذج الــذرة علــى النحـو الـذي تخيلـه "جــاليليو" العــالم الفلكــي الإيطــالى بشأن نمـوذج المجموعــة الشمسية، وكيفيـة حركـة الكواكـب في مداراتـها حـول الشـمس. لقـد رأى العلمــاء أن هـذا التصـور يناسـب تماما تركيـب الـذرة. فـالذرة في نظرهـم مجموعــة شمسـية متناهيـة في الصغـر. أى شمــس وحولهــا كواكــب دوارة. أمــا الشــمس فــهي نــواة الــذرة الموجبــة. وأمــا الكواكــب فــهى الإلكترونــات الســالبة. وحجـم النـواة بالنسـبة إلى الحـيز الموجـود داخـل الـذرة، يكــاد يسـاوى حجـم حبيبــة مـن الرمـل إلى غرفـة مكعبـة طـول ضلعـها عشـرة أقـدام. ويمكننــا أن نتصـور مـدى ضآلـة الـذرة، إذا علمنــا أن الحـبر المســتعمل في طباعـة نقطــة واحــدة مــن حــروف الكتابــة، يحــوى أكـثر مــن مليــون ذرة كربــون. وأن نســبة الــذرة إلى التفاحــة مثـلا تسـاوى نسـبة التفاحـة إلى الكـرة الأرضيـة. ورغـم هـذا فـإن الـذرة تكـاد تكـون عالمـا فسـيحا مـن الفـراغ .فـإذا فرضنـا أن حجـم نـواة الـذرة فـى حجـم حبـة البـازلاء، فـان دار الآثـار المصريـة سـوف تجد لهـا مكانـا في الفـراغ الـذي تـدور فيـه الإلكترونـات. إلا أنـه لا يمكـن لأيـة ذرة أخرى أن تتغلغـل فيـها.

وقد دلت القياسات على أن كل الإلكترونات متشابهة. وأن كلا منها يحمل شحنة كهربية سالبة واحدة. وأن كتلة كل الكترون تبلغ جزءا من ألف وثمانمائة جزء (١/١٨٠٠) تقريبا من كتلة ذرة الهيدروجين وهو أخف العناصر.

وتشتمل النواة على كل ما في الذرة من مادة وكتلة. إنها تحوى جسيمات ذات شحنة موجبة هي البروتونات. وجسيمات بغير شحنة هي النيوترونات. ويسمى عدد البروتونات في النواة بالعدد الذرى. ومجموع البروتونات مع النيوترونات بالوزن الذرى. والمألوف أن يكون عدد البروتونات الموجبة في النواة يساوى عدد الإلكترونات السالبة التي تدور حولها. بحيث تتعادل الشحنات الموجبة والسالبة وتكون الذرة من الناحية الكهربية متعادلة. وما أن طبق قانون نيوتن للجاذبية، حتى اكتمل المعنى عن النموذج المقترح للذرة.

وتتكون جميع العناصر من ذرات تدخل فيها هذه الجسيمات. وإنما يختلف العنصر عن الآخر لاختلاف عدد هذه الجسيمات. أى عدد بروتونات النواة والإلكترونات الدائرة حولها. فذرة الهيدروجين، وهو أخف العناصر، تتكون من بروتون واحد يدور حوله إلكترون واحد. وعلى هذا فالعدد الذرى والوزن الذرى للهيدروجين واحد. أما اليورانيوم وهو أثقل العناصر المعروفة ، فتوجد له ثلاثة أنواع تختلف فيما بينها اختلافا طفيفا لوجود اختلاف في عدد النيوترونات. وأوزانها الذرية هي ٢٣٨ ، ٢٣٥ ، ٢٣٤. ويتم تحويل العناصر بعضها إلى بعض بإضافة أو طرح بعض البروتونات أو الإلكترونات. والحق أن هذه العملية تجرى في الطبيعة بلا انقطاع. ومعنى هذا من الناحية النظرية أننا نستطيع أن نحول الرصاص إلى ذهب أو نحقق الحلم الذي طالما راود خيال أوائل العلماء وسيطر على تفكيرهم ردحا طويلا من الزمان. إلا أن تنفيذ هذا التحويل من الناحية العملية باهظ التكاليف. إن الحصول على الذهب من موارده الطبيعية أيسر وأرخص بكثير من عمليات التحول الصناعى.

فترة عمر النصف

يطلق العلمـاء علـى العملية الـتي يتحـول بـها عنصر مشع إلى عنصر آخـر لفظ الانحـلال. فمثلا ينحل عنصـر الراديـوم إلى عنصـر الـرادون.

وجـد رذرفـورد أنـه إذا أصاب الانحـلال مـادة ذات نشـاط إشـعاعى فـان قدرتـها علـى الإشـعاع تتنـاقص. بمعنـى أنـه لـو فرضنـا مثـلا أن قطعـة مـن عنصـر مشع انطلـق منـها مائـة جسيم في الثانيـة، فإنـها بعـد مـدة تعطـى تسـعين جسـيما فقـط في الثانيـة. وبعـد فـترة زمنيـة أخـرى يعاودهـا الإشـعاع ولكـن بعـد أن يتناقص مـرة أخـرى وهكـذا حتـى ينطلـق منـها خمسـون جسيما في الثانيـة. أى نصـف العـدد الـذي كـان في مقدورهـا أصـلا إشـعاعه. أي أنـه لـو كـان لدينـا جرامـان مـن الراديـوم لفنى جـرام منـهما بعـد١٥٨٠ سـنة بالإشـعاع. ومعنـى ذلـك أن إحـدى ذرات الراديـوم قـد ينبعـث منـها جسيم ألفـا فـى لحظـة مـا، وربمـا بقيـت الـذرة المجـاورة لهـا سـاكنة لآلاف السـنين. فليـس معروفـا أي ذرة ستتحول في أى وقـت. في حـين أن ذرات الراديـوم جميعـا متشـابهة.

أطلـق رذرفـورد اصطـلاح عمـر النصـف (Half life period) علـى الفـترة الزمنيـة الـتي ينقـص فيـها قـوة النشـاط الإشـعاعي لقطعـة مـن مـادة مشـعة إلى النصـف. وهـى تختلـف بـاختلاف المـواد ذات النشـاط الإشـعاعى الذاتـى. فكلمـا كـان انحـلال المـادة بطيئـا يكـون التنـاقص بطيئـا وتكـون فـترة عمـر النصـف طويلـة. وقـد قـدر عمـر نصـف اليورانيـوم بنحـو٤,٥ مليـار سـنة. أمـا الراديـوم فيقدر بنحـو ١٥٨٠ سـنة.

ودون الخـوض في تفـاصيل علمـى الرياضيـات والفيزيـاء، كـانت هنـاك كشـوف علميـة مثـيرة تتنـاول كميـة الطاقـة الهائلـة والمختزنـة فـى بـاطن الـذرة. فالذرات تتفجر ويتطاير حطامـها ، ممثـلا في جسـيمات ألفـا وبيتـا وتنطلـق بسـرعة

مذهلة تكاد تبلغ سرعة الضوء. كما أن هناك طاقة إضافية تنطلق من الذرة على هيئة أشعة جاما .كذلك يمكن أن تكتسب النواة طاقة بواسطة التصادم أو الاحتكاك أو التسخين أو الكهرباء. وفي هذه الحالة توصف النواة بأنها في حالة منشطة (Activated) أو مثارة (Exited). وقد وضعت نماذج نووية كثيرة تشرح هذه الطاقة. ومثل بوهر النواة بكيس من الرمل أطلق عليه طلقة عيارية فتوزعت الطاقة الحركية للطلقة بسرعة وانتظام على جميع جسيمات الرمل.

ويعاودنا الحديث عن قانون أينشتين وهو أول من أثار الكلام عن المادة والطاقة حيث يقول " ... اتضح أن حالة أى نظام تتوقف بالضرورة على محتواه من الطاقة. إن الكتلة الخاملة عبارة عن طاقة كامنة ومبدأ بقاء المادة قد فقد استقلاليته واندمج مع مبدأ بقاء الطاقة". ويشبه أينشتين الكتلة في حالتها الأرضية الخاملة بأنها إنسان فائق الثراء والغنى لكنه بخيل لا ينفق من ثروته التي تعتبر هنا بمثابة الطاقة. ولا يمكن لأحد أن يتعرف على مقدار ما فى خزائنه من أموال مكدسة.

ولو عدنا إلى القرن الماضي لوجدنا أن العلماء حينذاك كانوا يعتبرون أن الكتلة والطاقة يكونان أنظمة مغلقة و مستقلة. فالكتلة لها قوانينها، والطاقة هي الأخرى لها قوانينها الخاصة بها. فهناك قانون بقاء المادة وهناك قانون بقاء الطاقة. وظل هذا الاعتقاد في أوج سطوته حتى حطمه أينشتين وخرج على العالم بقوانينه الثورية عن المادة والطاقة. وأن الطاقة صورة من صور المادة أو أن المادة والطاقة وجهان لعملة واحدة. وقوبل القانون بعاصفة من الاستنكار والرفض.

الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء

$$E = mc^2$$

ومعنى هذا أن كمية صغيرة جدا من المادة تكافئ كمية هائلة من الطاقة. حيث أن سرعة الضوء تساوى ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية. أى أنه إذا أمكن تحويل نصف كيلوجرام من المادة بكاملها إلى طاقة، فان الطاقة الناتجة تعادل كل الطاقة الكهربية التي تنتج في قارة أفريقيا مثلا. أو أن جراما واحدا من المادة يعطى طاقة قدر الطاقة المتولدة من ٢,٩ طن من الفحم. أو أن الطاقة الإجمالية الحبيسة في كيلوجرام من اليورانيوم ٢٣٥ تعطى قدرا من الطاقة يكفى لإبحار عابرة محيطات حول العالم دون الحاجة إلى تزويدها بالوقود من جديد. وحتى الآن لم يحاول عالم من العلماء أن يقترب من الطاقة الإجمالية الكامنة فى كيلوجرام واحد من اليورانيوم ٢٣٥. ولا تولد القنابل الذرية سوى نسبة مئوية ضئيلة من هذه الطاقة .

لقد كان حلم العلماء في ذلك الوقت وضع هذا القانون موضع التنفيذ ظنا منهم أن هذا شطح في الخيال أو أمل بعيد المنال.

النظائر المشعة

المواد المشعة تحتوى على أنويه غير مستقرة. فإذا كان عدد النيوترونات أكثر من عدد البروتونات فان هذا يؤدى الى عدم استقرار الذرة و يعرف بالعنصر المشع. وإذا كانت ذرة الهيدروجين هى أبسط الذرات، فان ذرة اليورانيوم أشد ذرات العناصر على الأرض تعقيدا. ويوجد ثلاثة أنواع من اليورانيوم تختلف باختلاف عدد النيوترونات. وتسمى الأنواع المختلفة من ذرات العنصر الواحد بالنظائر أو الايزوتوب. و لذا يقال أن لليورانيوم ثلاثة نظائر هى يورانيوم - ٢٣٨ ، -٢٣٥ ، -٢٣٤.

وتحتوى جميع العناصر المعروفة على نسبة ضئيلة جداً من النظائر كامنة مع الذرة المستقرة.

النشاط الاشعاعي الصناعي

في عام ١٩٣٣ وأثناء قيام "إيرين كوري" وزوجها "فريدريك جوليو" بإطلاق جسيمات ألفا المشحونة بالكهربية الموجبة على عنصر الألومنيوم، إكتشفا ظاهرة جديده لم تكن معروفة قبل ذلك. وهي أن الذرات الجديدة التي نتجت من تفتت ذرات الألومنيوم من جراء تعرضها لهذه القذائف، صارت مشعة كما لو كانت لعنصر ذي نشاط إشعاعي ذاتي. ومعنى ذلك أن عنصر الألومنيوم تحول الى عنصر مشع تنطلق منه نيوترونات. وعلى هذا أمكن الحصول صناعيا على عناصر مشعة كما أمكن في نفس الوقت إيجاد طريقه جديده لانتاج النيوترونات.

أثار هذا الكشف في نفوس العلماء لا في فرنسا فحسب بل في بلاد أخرى، رغبة جامحة في دخول هذا الميدان واللحاق بركب المشتغلين فيه، ومنهم "إنريكو فيرمي" الايطالي. وهو الاسم الذى يطلق على جهاز المفاعل الذرى حيث يعرف باسم مفاعل فيرمي. ويجب أن نتذكر هذا الاسم جيدا لأنه بطل روايتنا هذه وهو المساهم الأكبر في صنع القنبلة الذرية.

فكر فيرمي في استخدام النيوترونات كقذائف بدلا من أشعة ألفا التي استخدمتها إيرين كوري. وكان السبب في ذلك واضحا، إذ أن أشعة ألفا موجبة تؤثر في الإلكترونات السالبة بالجذب، و لهذا أثره البين في تناقص سرعتها. كذلك تتأثر أشعة ألفا بقوة تنافر شحنتها الموجبة مع الشحنة الموجبة التي تحملها البروتونات الداخلة في تكوين النواة. أما النيوترونات فهي متعادلة كهربيا.

قذائف من نوع جديد

قــام فــيرمى بــإطلاق قذائفــه علــى العنــاصر مبتدئــا بعنــاصر الهيدروجــين والـبريليوم فـالبورون ثـم الكربـون والنيـتروجين. وبعـد أن استعان بعـداد جـايجر الـذى يكشــف عــن الإشــعاع، ظـن فـيرمى أنــه أخفــق فــى مسـعاه. فقذائـف النيوترونـات لم تغير مـن الأمـر شـيئا بـل عجـزت تماما أن تكسـب هـذه العنـاصر خاصيــة الإشــعاع. ولمـا جـاء دور عنصـر الفلـور وأطلـق عليـه فـيرمى قذائــف النيوترونــات، تحــول إلى عنصــر ذى نشــاط إشــعاعى ذاتــى قــوى، وكذلــك الحال مع العناصر الأخرى التى تلـى الفلـور.

كان نجاح فيرمى مدعـاة لأن يلـج ميـدان هـذا البحـث المثمـر زمـرة مـن العلمـاء الشـبان ليسـهموا معـه فـى البحـث الجديـد. وتولـوا معـا الاسـتمرار فـى عملية تعريـض العنـاصر لقذائـف النيوترونـات. وحصلـوا نتيجـة لذلـك علـى كـثرة مـن العنـاصر المشعة التي لا وجـود لها فـى الطبيعـة. فمثـلا أمكـن الحصـول علـى نظير مشـع للصوديـوم واليـود والزرنيـخ. وأحيانـا كـان النـاتج نظـيرا مشعا لعنصر مخالف للعنصر الأصلـى الـذى تم إطـلاق القذائـف عليـه. فمثـلا أمكـن الحصـول من غـاز الكلـور علـى نظير مشع لعنصر المنجنـيز وهكـذا.

وعندمـا أتـى دور اليورانيـوم وهـو اثقـل العنــاصر المعروفـة آنـذاك، كـانت النتيجـة تدعـو إلى الحـيرة. لقـد تم الحصـول علـى أكـثر مـن عنصر مشع. وسـاد الاعتقـاد فــى ذلــك الوقــت أنــهم اســتحدثوا عنصــرا جديــدا يلــي عنصــر اليورانيـوم، ولـذا لقـب بـالعنصر ٩٣. حيـث أن اليورانيـوم يحمـل رقـم ٩٢ فـى الجـدول الـدورى.

وفـى يـوم كـان العلمـاء فـى جامعـة رومـا يطلقـون قذائـف النيوترونـات علـى قطعـة مـن الفضـة. ولاحظـوا أن النشـاط الاشـعاعى لا يسير علـى منـوال واحـد. بـل يتذبذب بين الكثير مرة والقليل مرات. وكـان لابـد مـن التحكـم فـى نشـاط

قطعة الفضة بوضع حواجز من مواد مختلفة بينها وبين مصدر النيوترونات. وقد تسببت هذه الحواجز فى زيادة النشاط الاشعاعى قليلا.

وعندما تناول فيرمى لوحا سميكا من شمع البرافين، ووضعه بين قطعة الفضة ومصدر النيوترونات، وقرب عداد جايجر من الفضة لقياس النشاط الاشعاعى المكتسب، وقف مذهولا لما حدث. فالعداد أخذ يصدر دقاته المتلاحقة فى جنون. وتضاعف النشاط الاشعاعى الى مائة ضعف على ما كان عليه. وأخذت العلماء الحيرة والدهشة. وتصايحوا معا ما هذا الذى حدث ؟!. إنه ضرب من الخيال بل هو سحر مبين.

التحكم فى القذائف الذرية

وضع فيرمى تفسيرا لما حدث جاء فيه أن شمع البرافين هو أحد الهيدروكربونات التى تحتوى على نسبة عالية من ذرات الهيدروجين مرتبطة بذرات الكربون. فلا مفر إذاً من اصطدام قذائف النيوترونات مع كثرة من ذرات الهيدروجين التى ترغمها على الإبطاء فى سيرها. مما ييسر الفرصة لأنوية ذرات الفضة من اقتناصها. فتتحطم وتصبح مشعة. تماما كما يحدث لكرات "البلياردو" عندما تصطدم بكرات من نظائرها، فتتعثر ويسهل اقتناصها عن تلك التى تمرق كالسهم. ومن البديهى أن هذا التفسير لو كان صحيحا، فان المركبات الهيدروجينية لابد أن تحذو حذو شمع البرافين. وحيث أن الماء يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، لذا قرر فيرمى ومعاونوه إعادة التجربة فى الماء. ولكى يضعوا هذه الفكرة موضع التنفيذ كان عليهم أن يأتوا بحوض كبير يحتوى على مقدار وافر من الماء، ولكنهم كانوا فى لهفة من أمرهم لم يستطيعوا معها صبرا. فأجروا تجربتهم فى حوض نافورة أسماك الزينة الواقع فى فناء جامعة روما. أما الأسماك فظلت هادئة ساكنة. وأما العلماء فقد صدرت عنهم تعبيرات الدهشة والفرح. لقد تسبب الماء فى زيادة النشاط الاشعاعى الذى اكتسبته قطعة

الفضة كما فعل البرافين. وكان هذا تأكيدا لصدق ما ذهب إليه فيرمى فى تفسيره. ولم يدر العلماء سلفا بمدى أهمية التحكم فى قذائف النيوترونات، ومدى أهمية تجربتهم هذه. وأن المبطئات سوف تلعب دورا هاما فى إنتاج الطاقة الذرية والتحكم فى إصدارها وما أدته من خدمات عظيمة للبشرية جمعاء.

انشطار النواة

عندما قام فيرمى بقذف اليورانيوم بالنيوترونات وأنتج عنصرا مجهولا، شاعت الأنباء عن استطاعة العلماء خلق عناصر جديدة ليس لها وجود فى الطبيعة. حتى أن صحيفة "النيوزويك تايمز" خرجت على القراء بنبأ مثير وبالخط العريض تحت عنوان ".. عالم إيطالى ينتج العنصر الثالث والتسعين". حيث كان عدد العناصر فى ذلك الوقت اثنين وتسعين فقط. وتناقلت وكالات الأنباء خبر إنتاج عنصر جديد صناعيا. ولنا أن نتخيل كم كانت دهشة الناس واستفساراتهم وهم الذين لم يسبق لهم أن سمعوا شيئا قط عن القذائف الذرية والإشعاع .

وقد نال هذا الحدث اهتمام العلماء فى ذلك الوقت. ومنهم "فيرتز شتراوسمان" بألمانيا و"أوتو هان" تلميذ رذرفورد، وأيضا سيدة نمساوية تدعى "ليز مايتنر" ظلت تعمل فى هذا المجال ما يقرب من ثلاثين عاما ثم رحلت إلى السويد بعد أن سيطر "أدولف هتلر" ورجال الحزب النازى على الحكم فى ألمانيا.

عاود "هان و شتراوسمان" إطلاق قذائف النيوترونات البطيئة على اليورانيوم. وبعد فحص المواد التى تكونت مرات ومرات وفى كل مرة تشير النتائج الى وجود عنصر الباريوم. إلا أن هذا يعد أمرا مستحيلا للبون الشاسع

فـى تباعدهمـا فــى ترتيـب العنــاصر بــالجدول الــدورى ، إذ أن العــدد الــذرى للبـاريوم يزيـد قليـلا عـن نصف العـدد الـذرى لليورانيـوم. والمتبـع أن تحــول العناصر يكـون بين الـذرات المتجـاورة فـى الـترتيب الـدورى .

كتب "هـان" الى "لـيز مـايتنر" فـى السـويد ينبؤهـا عـن نتـائج أبحاثـه وتجاربـه التـى تعتـبر مختلفـة عـن كـل التجـارب السـابقة فـى ميـدان الطبيعـة النووية. وبذكائـها الخـارق وتوقعاتـها الصائبـة، استطاعت "لـيز" أن تتبـين حقيقـة مـا حــدث. لقــد انشـطرت بعــض ذرات اليورانيــوم إلى شــطرين يكــادان يتساويان. وقـد أمكـن بعـد فـترة وجـيزة معرفـة أن الشـطر الثـانى كـان أحـد الغازات النـادرة وهـو "الكريبتـون". فـإذا أضيـف العـدد الـذرى للكريبتـون وهـو ٣٦ الى العـدد الـذرى للبـاريوم وهـو ٥٦ ، فـان مجموعـهما يصـل إلى العـدد الـذرى لليورانيـوم وهـو ٩٢. وقـد أطلقـت "لـيز" علـى هـذه الظـاهرة اسـم الانشـطار أو الانقســام أو الانفــلاق وهــى الظــاهرة الخاصــة بانقســام ذرة اليورانيـوم إلى جزئـين. لقـد تـراءى لهـذه العالمـة حقيقـة انقسـام الخليـة الحيـة إلى خليتـين. وجـال فـى خاطرهـا أن هـذا الانقسـام لابـد أن يكـون مصحوبـا بكميـة هائلـة مـن الطاقـة تدفـع الشـطرين لأن يتبـاعدا بسـرعة مذهلـة.

الطاقة النووية

علـى ضـوء التوجيـهات التــى أصدرهـا "بوهـر" العـالم الكيميـائى الـذى وضـع فـروض النظريـة الذريـة الحديثـة، أتمـت "ليز" جميـع التجـارب الخاصـة بقياس هـذه الطاقـة وكـانت كميتـها هائلـة كمـا توقعـت. ومـن هنـا بـدأت الرؤيـا تتضـح. فـالعنصر الـذى زعـم فـيرمى أنـه رقـم ٩٣ لم يكـن سـوى خليـط مـن مخلفات الانحـلال أو نواتـج الانشـطار.

لطالما تساءل العلماء منذ الوهلة الأولى لإعلان "أينشتين" عن تحويل المادة الى طاقة، عما إذا كان الوقت قد حان ليصبح فيه الإنسان قادرا على أن يحطم الأبواب الموصدة لخزائن الطاقة الحبيسة داخل جوف الذرة. وها هى "ليز مايتنر" تكشف النقاب عن ذلك السر الدفين، وتمهد لأولى خطوات انتزاع الطاقة الذرية من عقالها. فالانشطار هو اللبنة الأولى فى بناء هذا العصر الجديد.

التفاعل المتسلسل

فى عام ١٩٣٩ تناول "جوليوت" و"أندرسون" وآخرون المفتاح الذهبى من "ليز"، وأجروا تجاربهم على ضوء من التفسير الذى اقترحته. فاكتشفوا أن انشطار نواة اليورانيوم يتولد عنها فائض من النيوترونات. لقد فكر هؤلاء العباقرة أنه لو أمكن توجيه هذه النيوترونات المنطلقة أثناء إنشطار الذرات لكى تصيب بدورها ذرات أخرى من اليورانيوم ، فسوف ينطلق عدد آخر من النيوترونات، وهذا يوجه بدوره لقذف ذرات أخرى ويتسلسل التفاعل وتنطلق الطاقة.

ولنضرب لذلك مثلا لو أن ذرة اليورانيوم عندما تنشطر، يتطاير منها نيوترونان. فنكون بذلك قد حصلنا على أثنين من النيوترونات. ولو أن هذين النيوترونين أصابا ذرتين بعد ذلك وانشطرتا، فسوف ينطلق من كل منهما نيوترونان. وفى هذه الخطوة الثانية نكون قد حصلنا على أربعة نيوترونات توجه بدورها لتصيب أربع ذرات جديدة من اليورانيوم فتسبب انشطار أنويتها. فإذا جادت كل ذرة منها باثنين من النيوترونات لبلغ مجموع المنطلق منها ثمانية، يكون فى مقدورها شطر ثمانى ذرات أخرى. وبذلك تستمر عملية انشطار اليورانيوم تلقائياً فى تفاعل متسلسل. ولما كان عدد النيوترونات يتضاعف فى كل خطوة. فمن البديهى استنتاج أنه على مدى وجيز يكون الانشطار قد أصاب عددا هائلا من ذرات اليورانيوم.

وتبدو أهمية هذا التفاعل المتسلسل في أن انقسام نواة الذرة يكون مصحوبا بمقدار من الطاقة. نعم إن الطاقة الصادرة من ذرة واحدة تكون ضئيلة لا تكفي لأغراض عملية، ولكن بالتفاعل المتسلسل يتم إنشطار عدد كبير من الذرات ، وبذلك تكون حصيلة الطاقة الناتجة منها هائلة. فلو أن ما وزنه أوقية واحدة من اليورانيوم أصاب الانشطار كل ذراتها، لانبعث منها طاقة تكفي لإضاءة عشرين ألف مصباح كهربي لمدة اثنى عشر يوما.

لقد ألقى العلماء على عاتق النيوترونات مسئولية إطلاق الطاقة النووية. إلا أن الكثير منهم كان يعتقد أن حدوث التفاعل المتسلسل أمر مستحيل من الوجهة العملية، حيث أن أكثر النيوترونات التي تتولد بعد عملية الانشطار تنطلق هاربة خارج اليورانيوم وقليل منها يصطدم بذرات اليورانيوم ويسبب إنشطارها. ولذا فقد فضل كثير من العلماء ألا يضيعوا الوقت والجهد والمال سدى في أمر قد يكون بعيد المنال. ومن ثم تخلوا عن إجراء البحوث المتعلقة بالانشطار. باستثناء علماء الطبيعة في جامعة كولومبيا الذين آثروا الاستمرار في إجراء هذه البحوث في إصرار وعناد وتصميم غريب.

البحوث الذرية
توجه لصالح الحرب العالمية الثانية

لقد درج العلماء دائما على نشر بحوثهم وكل جديد في دوريات علمية و تخصصية. فالعلماء يؤمنون بعدم سرية البحوث وأن كتمانها ضار بالعلم ذاته ولا يدفع عجلة التقدم نحو الأمام. وأن نتائج البحث العلمي ملك للبشرية جمعاء. ولكن بعد أن اندلعت الحرب العالمية الثانية في الأول من سبتمبر عام ١٩٣٩، وخشي علماء جامعة كولومبيا من تفوق الألمان في هذا المضمار، أجمعوا رأيهم بوحي من رغبتهم الخالصة على أن تظل

جميع بحوث الطاقة الذرية محاطة بالسرية التامة، فأى تسرب لمعلومات خاصة بالتفاعل المتسلسل، قد يساعد هتلر على أن يكسب الحرب. ولذا فقد أحكم وضع الغطاء على البحوث الذرية فى تلك الفترة بالولايات المتحدة الأمريكية حتى بعد انتهاء الحرب بسنوات.

أمريكا تستقطب العلماء

لقد ساقتنا عجلة التاريخ فى دراسة الذرة طوافة عبر بلاد الإغريق الى بلاد الإنجليز وفرنسا ثم إيطاليا وألمانيا. ولإن شهدت القارة الأوربية أعظم الاكتشافات العلمية فى بداية العصر الذرى، فان الولايات المتحدة الأمريكية سوف تكون من الآن مسرحا لأحداث الجزء الأكبر لهذا العصر. بل وتجنى أولى ثمار التقدم التكنولوجى فى هذا المضمار. وعندما ارتحل "بوهر" الى الولايات المتحدة فى أوائل عام ١٩٣٩، كانت الحرب العالمية تقرع الأبواب. ولذا فقد حذا حذوه كثير من علماء ألمانيا بعد أن رحلوا عن أرض الوطن هربا من حكم النازى، وكثيرون غيرهم كانوا فى سبيل مغادرة بولندا والمجر وإيطاليا. لقد استقطبت أمريكا خيرة العلماء من شتى البقاع. وبذا زكا العلم هناك فى الوقت الذى فتر فيه فى دول أوربا. وكان "إنريكو فيرمى" أحد العلماء الذين هاجروا إلى الولايات المتحدة مع لفيف من العلماء. حيث المناخ العلمى المناسب ومعامل الأبحاث الحديثة والإمكانيات الهائلة إذا ما قورنت بإمكانيات جامعة روما. ولقد حط فيرمى رحاله فى مدينة نيويورك هو وزوجته وابنتاه ، وأسند إليه وظيفة أستاذ بجامعة كولومبيا.

الفصل الثالث

مولد العصر الذرى

مضت شهور عديدة و"فيرمى" و"زيلارد" يعملان على رأس جماعة من العلماء يواصلون الليل بالنهار، فالطريق مازال طويلا غائرا محفوفا بالصعاب والعقبات. وكان عليهم لكى يبلغوا غايتهم المنشودة بإنتاج تفاعل متسلسل، أن يعملوا على الحد من سرعة النيوترونات بالتماس مع مادة أخرى غير الهيدروجين، بعد أن وجدوا أنه يمتص كماً هائلاً من النيوترونات. وبعد تجارب عديدة وفى صبر وروية ، تم تجربة العناصر الواحد تلو الآخر إلى أن وقع اختيار فيرمى وشركاه على عنصر الكربون النقى. تلك المادة السوداء المعروفة بالجرافيت والتى يصنع منها أقلام الرصاص. وبعدها وضعوا جميعا خطة لإعداد مفاعل ذرى صغير مكون من طبقات متتالية من اليورانيوم والجرافيت النقى. ولنا أن نتصور مدى كمية الجرافيت الهائلة التى استعملت فى بناء هذا المفاعل البدائى. إذا افترضنا لو أن هذه الكمية وزعت على سكان الكرة الأرضية فى ذلك الوقت، لخص كل فرد فيها قلم من الرصاص.

وتتكون أجزاء المفاعل من اليورانيوم والمهدئ وأجهزة التحكم وتيار من الماء للتبريد مع التخلص بصفة مستمرة من مخلفات الانشطار من وقت لآخر. وقد جاءت النتائج والتقارير تفيد بوجود عنصر البلوتونيوم كناتج من جراء انشطار اليورانيوم الخام. وأن هذه المادة الجديدة يمكن فصلها كيميائيا وهى تؤدى عمل يورانيوم -٢٣٥ مما يؤدى الى زيادة الوقود. أما عن أجهزة التحكم، فقد وجد أن عنصرى البورون والكادميوم خير وسائط لامتصاص النيوترونات الزائدة.

سار العمل فى أول مفاعل ذرى ببطء شديد. وكانت نتائج التجارب التى تمت مشجعة للغاية. فتزايد عدد العلماء الذين شغفوا بإتمام التفاعل المتسلسل. ولاحت لهم تباشير الأمل بحلول فجر جديد. وغدا الحلم القديم يقترب شيئا فشيئا لكى يكون حقيقة. وبدا لهم فى الآفاق بصيص من ضياء دفع بالعمل خطوات الى الأمام.

إلا أن التجـــارب الجديـــدة تحتـــاج الى تمويـــل عظيـــم، لا يســـانده إلا الحكومات. لذا فقد رأى العلماء ضرورة وقـوف رجـال الحكـم فـى أمريكـا علـى موضـوع الانشـطار والتفـاعل المتسلسـل وعلـى الـدور الـذى قـد يؤديـه فـى الحرب الدائـرة.

استقر رأى العلمـاء علـى زيـارة "أينشـتين" لكـى يقـوم بـدور الوسـيط لـدى رجـال الحكـم فـى أمريكـا. وكـان "أينشـتين" أعظـم العلمـاء المشـهورين بـلا منازع مما يجعـل لرأيـه لـدى الحكومـة وزنـا. وكـان شـغوفاً بالتفـاعل المتسلسـل. وهـو أول مـن أمـاط اللثـام عـن كنـه المـادة والطاقـة وأنـهما وجـهان لعملـة واحـدة، وصـاغ لذلـك القـانون الشـهير الـذى أمكـن بمقتضـاه حسـاب مقـدار الطاقـة المنطلقـة عنـد فنـاء كتلـة معلومـة مـن المـادة. هـذا بالإضافـة الى أن ميلاد أينشتين وإقامته لفترات طويلـة فـى ألمانيا، ومـازال لـه فيـها أصدقـاء. وفـى استطاعته إذن أن تكـون لديه فكـرة عـن المـدى الـذى وصـل اليـه الألمـان فـى بحـوث الانشـطار والتفـاعل المتسلسـل.

رسالة عاجلة الى الرئيس روزفلت

انتـهى الأمـر بكتابـة رسـالة مـن صفحتـين كـاملتين علـى الآلـة الكاتبـة، أمـهرها أينشـتين بتوقيعـه، وحملـها الى الرئيـس الأمريكـى روزفلـت. وقـد جـاء فيها " ....إن بعض البحـوث الحديثـة التـى قـام بـها فـيرمى وزيـلارد، تدعونـا لأن نـترقب أن عنصـر اليورانيـوم يمكـن أن يحـول الى مصـدر جديـد وهـام للطاقـة فـى المسـتقبل القريـب. وقـد يصبـح فـى الإمكـان إجـراء التفـاعل المتسلسـل فـى نويـات اليورانيـوم. وسـوف تـؤدى تلـك الظـاهرة الى صناعـة قنـابل مـن طـراز جديـد سـتكون غايـة فـى القـوة ". وتضمنـت الرسـالة أيضـا أن الألمـان يقومـون ببحـوث فـى الانشـطار، وأن النـازيين أصـدروا أمـرا بوقـف بيـع اليورانيـوم الى البلاد الأخـرى لكـى تكـون لديهم حصيلة وفـيرة منـه.

كان هـذا تحذيـرا خطـيرا لحكومـة الولايـات المتحـدة الأمريكيـة، وانتـهت الرسـالة بالعبـارة التاريخيـة " ... ولأول مـرة فـى التـاريخ سـوف يسـتغل النـاس طاقة ليست الشـمس مصدرهـا".

وفـى يـوم ١١ أكتوبـر عـام ١٩٣٩ ، تسـلم الرئيـس الأمريكـى رسـالة أينشـتين فـأمر فـورا بتكويـن لجنـة استشـارية لليورانيـوم، مهمتـها الاتصـال بالعلمـاء ورفـع تقـاريرهم اليـه. وشـارك الرئيـس العلمـاء فـى تفـاؤلهم وصـدرت أوامـره بـالتمويل والإسراع ببـذل الجـهود ومضاعفتـها.

فـى ذلـك الوقـت كـانت الحـرب العالميـة الثانيـة تـدور رحاهـا بشـدة وعنـف، إلا أن أمريكا لم تكـن قد أدلت بعـد بدلوهـا فيـها.

دخول أمريكا الحرب
وأثر ذلك على البحوث الذرية

نحـن الآن فـى صبيحـة يـوم ٧ ديسـمبر عـام ١٩٤١. الصحـف والإذاعـات ووكـالات الأنبـاء والنـاس يتنـاقلون الحديـث عـن إلقـاء الطـائرات اليابانيـة لقنابلـها علـى مينـاء "بـيرل هـاربور". لقـد حـول اليابـانيون المحيـط الهـادى فجـأة الى مسـرح للقتـال. وقـررت الولايـات المتحـدة الأمريكيـة، إعـلان الحـرب رسميـا علـى اليابـان. وانتـهزت ألمانيـا انـدلاع الحـرب بـين اليابـان ودول الحلفـاء، فـأعلنت الحـرب علـى الولايـات المتحـدة الأمريكيـة. وكـانت أن أعلنـت أمريكا بدورهـا الحـرب علـى ألمانيـا وإيطاليـا. وأصبـح العـالم كلـه مشـتعلا بنيران الحـرب العالميـة الثانيـة.

واشـتد الخـوف مـن أن ألمانيـا قـد تقـوم بصناعـة الأسـلحة الذريـة لاستخدامها ضـد الحلفـاء، وأصبح سباق العلمـاء مع الزمـن أمـرا ملحـا وحتميـا.

العلماء يرحلون الى شيكاغو

إن جامعة شيكاغو تقع فى قلب الولايات المتحدة الأمريكية ويتعذر على الأعداء إقتحامها. فلا بأس إذن من أن ينتقل العمل الى هناك. وقام العلماء الذين يعملون فى جامعة كولومبيا بفك أجزاء المفاعل الذرى الصغير الذى سبق أن أقاموه. وجمعوا متاعهم من قوالب الجرافيت وقطع اليورانيوم ومصادر إطلاق النيوترونات وعدادات جايجر وكل ما كانوا يستعملونه فى عملهم ونزحوا الى شيكاغو.

مشروع " مت لاب "

أصبحت جامعة شيكاغو قبلة العلماء يأتونها من كل فج عميق. وتم تشكيل قطاعات مختلفة للمشروع. وتولى عالم الطبيعة "أرثر كومبتن" الرئاسة العامة للبحوث الأساسية. وهناك كان العمل فى التفاعل المتسلسل محوطاً بالسرية التامة. وأطلق على المشروع الذى أقيم على أرض ملاعب الجامعة تحت مدرجات الإستاد، إسم (مت لاب .Met. Lab) وهى اختصار للكلمات "Metallurgical laboratory" ومعناها معمل التعدين. وفى عام ١٩٤٢ أتمت شركة جوديير للمطاط، عمل بالون ضخم من القماش المغطى بالمطاط وأوصلته الى معمل "مت لاب". وقام فيرمى وزملاؤه بتثبيته، وبدأوا فى رص قوالب الجرافيت وصقلها لضمان لياقتها. وتطاير من آلة الصقل مسحوق الجرافيت وانتشر فى كل مكان. فاستحالت الأرض سوداء زلقة، وصبغ بالسواد كل من ينزلق فوقها، وأضحى كل ما فى الملعب غارقا بالسواد. واستمر العمل حتى ارتفع بناء المفاعل وصار أشبه ما يكون بكرة هائلة وأصبح قادرا على العمل. وبمتابعة ما يدور بداخله أيقن العلماء للمرة الأولى أن حدوث التفاعل المتسلسل عمليا أمر جائز. لقد كان ذلك المفاعل

بدائيا الى حد كبير. أنشىء لاختبار إمكانية تطبيق التفاعل المتسلسل عمليا وتحقيق الفكرة النظرية التى أرسيت قواعدها.

التجربة الحاسمة

وجاء صباح اليوم الثانى من ديسمبر عام ١٩٤٢. بعد مضى أربعة أعوام من اليوم الذى وطئت فيه قدما "نيلز بوهر" أرض الولايات المتحدة حاملا معه أولى بشائر استكشاف عملية الانشطار. وكانت سنوات ملؤها العمل الشاق والجهود الجبارة والدراسة الجادة.

وفى ذلك اليوم الموعود الذى تحدد ليعلن فيه العلماء أن مفاعلهم قد أثمر، وأن الانشطار قد أطلق التفاعل المتسلسل، وأن الطاقة الذرية قد تفجرت بعد أن انصهر الساتر الفولاذى الذى يفصل المادة عن الطاقة فى بوتقة العمل الجاد والمتواصل. وانبرى ثلاثة شبان من بين الجمع وتسلقوا المفاعل حتى استقروا على قمته وهى أخطر بقعة. وكانت مهمتهم العمل بمثابة رجال الإطفاء بحيث إذا حدث شىء غير مألوف أو تحرر المفاعل من السيطرة عليه، قام هؤلاء بإطفائه بواسطة ذر مسحوق الكادميوم وبذلك يقف التفاعل.

واتخذ آخر مكانه على الأرض واقفا بالقرب من ساق مصنوعة من الكادميوم تبرز من المفاعل. وعليه أن يقوم بسحب هذه الساق رويدا رويدا طبقا لما يصدر له من توجيهات. واتخذ فيرمى مكانا خاصا يدير منه التجربة. وأجرى بعض العمليات الحسابية ثم سحب ساق الكادميوم قدما للخارج، فأخذت عدادات جايجر تنبض بضرباتها. وسارت التجربة شيئا فشيئا وفيرمى يقوم بالمراجعة ليتأكد من أن المفاعل يعمل طبقا للتقديرات الحسابية. حيث أنه فى إحدى التجارب كاد ذلك الجهاز أن يتحطم وينفجر نتيجة

لخطأ فى حساب الحجم "المثالى" لكتل اليورانيوم، أى أصغر كمية من اليورانيوم تلزم لبدء التفجير النووى واستمراره بصورة تفاعل منتظم هادئ ومستمر لكى يمكن السيطرة عليه.

لقد أدى المفاعل عمله مطابقا تماما لما سبق أن حدده فيرمى. ومعنى هذا أنه أمكن الوصول الى إحداث التفاعل المتسلسل مع إمكانية السيطرة عليه.

مضى نصف ساعة والمفاعل ينتج طاقة ذرية كافية فقط لإضاءة مصباح كهربائى صغير. وبعدها أدخلت ساق الكادميوم مكانها فى المفاعل. وهكذا انتهت التجربة بعد أن كللت بالنجاح. وبعد أن تأكد العلماء أنه قد آن الأوان لكى يقدموا للبشرية مصدرا جديدا للطاقة مغايرا لطاقة الشمس. وشرب الجميع نخب نجاح أول تفاعل متسلسل. وكان عدد العاملين لا يتجاوز العشرين.

العبور إلى الدنيا الجديدة

أسرع "أرثر كومبتن" مدير معامل البحوث بتبليغ النبأ السعيد تليفونيا إلى "جيمس كونانت" أحد رجال القمة من العلماء اللامعين الذين يعملون في المنظمة التي تتولى كل البحوث العلمية. وما كان له أن يبلغه صراحة أن فيرمى قد نجح في الوصول إلى التفاعل المتسلسل. إذ أنه بذلك يكون قد أعطى الفرصة لكل مسترق للسمع أن يعلم هذا السر الدفين. ولذلك كانت الرسالة بالشفرة تقول : "... قد يسعدك أن تعلم أن البحار الإيطالي قد وصل من توه إلى الدنيا الجديدة ". فأجاب كونانت : " أحقا ما تقول ؟ وهل أبدى المواطنون مودة له ؟ " وكان جواب كومبتن : ".. لقد وصلوا سالمين سعداء ".

ويعتبر اليوم الثاني من ديسمبر عام ١٩٤٢ تاريخ ميلاد العصر الذرى، حيث تم بعدها وضع لوحة تذكارية على الحائط بالقرب من مدخل ملاعب

الجامعة نقش عليها: إنه في اليوم الثاني من ديسمبر عام ١٩٤٢، أمكن للإنسان في هذا المكان أن يحصل على أول تفاعل متسلسل يقيم نفسه بنفسه. فبدأ بذلك انطلاق الطاقة النووية بصورة يمكن السيطرة عليها.

من المفاعل الذرى إلى القنبلة الذرية

كان مفاعل شيكاغو نجاحا علميا عظيما. لقد برهن هذا النجاح على أن إمكانيات العقل البشرى غير محدودة. فقد تمكن من انتزاع الطاقة الكامنة فى جوف الذرة واستطاع أيضا السيطرة على هذه الطاقة والتحكم فيها. وكان هذا النجاح هو البشير الذى أذن بمطلع عصر جديد، ألا وهو العصر الذرى.

على أن هذا المفاعل البدائي لم يكن سوى تجربة لم تنتج من الطاقة ما يمكن استغلاله في صناعة القنابل. وهذه القنابل كانت الغاية التي يتطلع إليها الجيش في ذلك الوقت حيث الحرب الدائرة. لذا فقد أقام الجيش ثلاث مدن سرية كاملة شيدت بها المساكن والمرافق والكنائس والمدارس والحوانيت. واقتسمت هذه المدن الأعمال المتعلقة بصناعة القنابل، فأخذت كل مدينة على عاتقها إتمام جزء منها.

وقد أجمع العاملون في مشروع اليورانيوم أمرهم على أن يطلقوا فيما بينهم اسم الموقع ج " C " حيث قامت مدينة "أوك ريدج" بسرعة غريبة. وقامت بجوار هذه المدينة مؤسسات صناعية أطلق عليها اسم "مؤسسة كلنتن للأعمال الهندسية" للتمويه. تماما كما أطلق من قبل إسم "مت – لاب". وكان العمل الرئيسي لهذه المنشآت هو فصل يورانيوم -٢٣٥ عن يورانيوم -٢٣٨. ولتوضيح أهمية ذلك يجب أن نعلم أن ذرة اليورانيوم القابلة للانشطار هي نوع نادر في الطبيعة وهي النظير -٢٣٥، وأن خامات اليورانيوم تحوى من النظير -٢٣٨ مائة وأربعين ضعف قدر ما تحوى من

النظير –٢٣٥ المطلوب. ومن بين الطرق التي استخدمت لفصل هذين النظيرين عن بعضهما هي استعمال مغناطيس هائل يزن نحو ٤٠٠ طن على شكل حلقة بيضاوية من الحديد الصلب حوله ملفات. وعندما يمر التيار الكهربي في هذه الملفات يصبح الحديد الصلب مغناطيسا.

وكان الأمر يتطلب كميات هائلة من النحاس لصناعة الملفات، إلا أن الجيش كان يستولي على الكميات المتاحة. ولذا اتجهت الأنظار إلى معدن الفضة وهي باهظة التكاليف. وبعد أن وافقت وزارة الخزانة على أن تقرضهم احتياجهم وتوجهوا لإنهاء إجراءات استلامها، سأل السكرتير عن كمية الفضة المطلوبة وكانت الإجابة أنه يلزم نحو ١٥ ألف طن. فقفز السكرتير من مقعده قائلا: "... سيدى إن المتبع في الحديث عن الفضة ألا يكون إلا بمعيار الأوقيات ". إلا أنه في النهاية حصل العلماء على مطلبهم، وقد أعيدت بعد ذلك إلى الخزانة في أعقاب انتهاء الحرب بعد أن وفت الغرض المطلوب.

سار العمل في سرية تامة، وكانت اللافتات تنشر هنا وهناك تدور كلها حول التزام الصمت وتجنب الأسئلة. وكان العمال يتناولون وجباتهم في مطعم عام وقد خيم عليهم الصمت التام، مما أضفى على المدينة كلها سكونا متصلا شاملا ولم يكن من اليسير معه أن يصدق الإنسان أن بها آلافا من البشر.

ولقد أقيمت بعد ذلك مدينة سرية أخرى فرض عليها الحصار الشامل وأحيطت بالأسوار الشائكة. وكانت مهمتها دراسة كل المشكلات المتعلقة بتصميم القنابل الذرية وصناعتها. وكانت تقع على سطح هضبة منعزلة في "نيو مكسيكو" وعلى ارتفاع ٧٢٠٠ قدم فوق سطح البحر، فوق قرية صغيرة ليس لها وجود على الخريطة تسمى "لوس ألاموس". لقد تحولت هذه

القرية إلى معسكر عمل داخل الأسوار المنيعة والحراسة المشددة. وطليت جدران جميع المباني باللون الأخضر للتعمية، وكان من العسير تمييزها على بعد مما يحيط بها من الحشائش والأشجار. وفي الليل لم يكن يسمح بالإضاءة في الشوارع. وبذلك لم يكن من اليسير لطائرات الأعداء أن تجد طريقها إلى تلك المدينة السرية. وتحت عنوان "مشروع منهاتن" برئاسة الجنرال "ليزلي روبرت أوبنهايمر" الذى ينحدر من أب ألماني والذى يطلق عليه أبو القنبلة الانشطارية، سار العمل تحت ظروف أمنية مشددة بهدف إتمام مشروع إنتاج القنابل الذرية الثلاث.

ويعيد التاريخ نفسه، فعودة إلى الوراء، تذكرنا بمدينتي "الرها" و"جندى‌شابور" حين كانت كل منهما ملجأ للعلماء من كل صوب وحدب. يأتونها من كل فج عميق طوعا أو كرها. وها هى مدينة "لوس الاموس" أصبحت كعبة يؤمها العلماء من شتى البقاع، فمنهم المهاجرون ومنهم النازحون من مختلف الولايات المتحدة الأمريكية. ومنهم من دول الحلفاء، ومنهم اليهود الهاربون من تعذيب الحكم النازى بألمانيا وموسيلينى بإيطاليا. ومنهم الفارون من ويلات الحرب وأهوالها. فليس هناك ما هو أمر وأقسى على رهبان العلم من نزعات الساسة العسكريين.

لقد لجأ العلماء من شتى أنحاء الولايات المتحدة و كندا ودول أوربا، إلى "لوس ألاموس". وما "بوهر" الدانمركي و"فيرمى" و"سيجريه" الإيطاليان سوى أمثلة قليلة للجنسيات العديدة التي كانت ممثلة في "لوس ألاموس". ثم وفدت بعد ذلك مجموعة من العلماء، أطلق عليها اسم البعثة البريطانية. فزادت إلى درجة كبيرة من اختلاف جنسيات العلماء وما أكثرها فى تلك المدينة.

ولم يكن علماء البعثة جميعا من الإنجليز بل كان من بينهم علماء نزحوا من سويسرا وألمانيا والنمسا وبولندا والمجر. وكان على رأس هذه البعثة "شادويك" الذى أكتشف النيوترون، و"أوتوفريتش" إبن شقيقة "ليز مايتنر" أول من أدركت فكرة انشطار نواة ذرة اليورانيوم. وعمل الجميع

تحت لواء واحد وهدف واحد لإدارة علمية منظمة وحازمة وفى جدية وسرية تامة. لقد وفت كل مدينة من تلك المدن السرية بنصيبها فى العمل الذى وكل إليها وقامت به خير قيام. حيث كانت الأموال تصرف بلا حساب، حتى أن الميزانية السنوية في عام ١٩٤٤ بلغت مليارا من الدولارات. وهو مبلغ ضخم جدا في ذلك الوقت، حتى أن الكونجرس الأمريكي رفض الموافقة عليه.

وبينما كان برنامج تصميم القنبلة و صناعتها يتم في "لوس ألاموس"، كان هناك مشروعان كبيران يجرى العمل فيهما على قدم وساق. أحدهما في "هانفورد" قرب واشنطن، والآخر فى "أوك ريدج" فى تنيسى، حيث كان يتم إنتاج الوقود اللازم لإنتاج السلاح النووى.

أخذ المشروع إسم مشروع مانهاتن وعين العالم المهندس "روبرت أوبنهايمر" رئيسا لفريق العمل. فأدار المشروع بحذق ومهارة شديدين، وتغلب على كثير من الصعوبات الفيزيائية والكيميائية والهندسية التى اعترضته. وكتب لمشروعه النجاح بفضل الجهود المضنية التي بذلت والأموال التي أنفقت بغير حساب.

وعقب انتهاء العمل أقام العلماء وليمة ضخمة لأصدقائهم الأمريكان. ويقال أن زوجات العلماء قضين عدة أسابيع لإعداد هذه الوليمة. والتهم المدعوون تلال الأطعمة وأتوا عليها فاختفت على مدى ساعة واحدة من الزمن. وغادر العلماء المدن السرية عائدين إلى أعمالهم و أبحاثهم في الجامعات.

البحوث الذرية فى ألمانيا النازية

إلى هنا تنتهي أحداث المشهد الأول الخاص بتصميم وصناعة القنابل الذرية وتطبيق التفاعل المتسلسل الذى تمت فصوله في الولايات المتحدة الأمريكية.

فمـاذا إذن عـن البحــوث الـتي أجريــت في أوربـا وبـالتحديد في ألمانيـا في معـامل "هـان" و"شـتراوسمان" وهمـا أول مـن اكتشـفا انشـطار نـواة اليورانيـوم وعرفا سـر التفـاعل المتسلسل ؟.

وكمـا رأينـا فـى المشـهد الأول أن ألـبرت اينشـتين أرسـل خطابـا إلى الرئيـس الأمريكـى يوضـح فيـه إمكانيـة صناعـة نـوع جديـد مـن القنـابل لنـوع جديد من الطاقـة مغـايرة لطاقـة الشـمس، ويطلـب منـه الإسـراع والمعاونـة، فقـد تم نفس الشـيء في الطـرف الآخـر فـى ألمانيـا النازيـة مـع اختـلاف الراسـل والمرسل إليـه.

القنابل الذرية صناعة الفكر الألمانى

أرسـل علمـاء ألمانيـا إلى إدارة الحـرب الألمانيـة بضـرورة اتخـاذ خطـوات إيجابيـة وسـريعة لمسـاعدتهم في إنتـاج الأسـلحة النوويـة بعـد النجـاح المذهـل الـذى تم فـى معـامل العـالمين الكبـيرين "هـان" و"اشـتراوسمان" والخـاص بانشـطار نـواة اليورانيـوم. والحسـابات الدقيقـة التـى تمـت علـى كميـات الطاقـة المنطلقـة.

وقـد استجابت إدارة الحـرب الألمانيـة لطلـب العلمـاء الألمـان للاسـتفادة من الكشـف العلمـى الرائـد. وصـدرت التعليمـات بإنشـاء مكتـب علمـى هندسـى خـاص بـالتطبيق العسـكرى لعمليـة الانشـطار النـووى وإنتـاج السـلاح الـذرى. إلا أن العلماء الألمـان قـد جانبـهم الصـواب حينمـا قـرروا اسـتعمال "المـاء الثقيـل" كمصـدر لإطـلاق قذائـف النيوترونـات. ولمعرفـة ماهيـة المـاء الثقيـل يجـب أن نعرف أولا أن الماء العـادي يتكـون مـن ذرة واحـدة مـن الأكسـجين متحـدة مـع ذرتـين مـن الهيدروجـين، ويـتركز الاختـلاف بـين النوعـين في أن نـواة هيدروجين المـاء الثقيـل تحتـوى علـى نيوتـرون زيـادة عنـه فـى المـاء العـادى، ومـن أجـل ذلـك سمـى المـاء الثقيـل. ويتواجـد المـاء الثقيـل فـى ميـاه المحيطات و لكنه يحتـاج لوقت طويـل و طاقـة كهربيـة لفصلـه.

وبناء على طلب العلماء الألمان، أطلق هتلر جواسيسه للتقصى عن أماكن تواجد الماء الثقيل في دول أوربا. ووضع الخطط العسكرية للاستيلاء عليه. وعندما نما إلى علمه أن فرنسا تستأثر بنصيب الأسد من الماء الثقيل، وقدرت الكمية التي تمتلكها بما يعادل أربعمائة رطل، لذا اجتاحت القوات الألمانية فرنسا لهذا الغرض. ولكن هتلر لم يستحوذ على الهدف المنشود. فقد تم تهريب هذه المادة الهامة سرا إلى خارج فرنسا قبل أن تجتاحها قوات هتلر. وبدأ بعدها الألمان عملية إنتاج الماء الثقيل في النرويج حيث الطاقة الكهربائية رخيصة ومتوافرة. وأنشئ مصنع لهذا الغرض، وكان هتلر قد استولى على معظم مدن النرويج قبل ذلك.

وعندما عرفت مخابرات الحلفاء أن الأبحاث الذرية فى ألمانيا تجرى على قدم وساق في جامعة "استراسبورج"، إهتموا بتعقبها بعد الاستيلاء على المدينة. ورغم أن العلماء الألمان تستروا فى زى الأطباء واعتكفوا فى المستشفيات، فقد وقعت أوراقهم وأبحاثهم الخاصة بالبحوث الذرية فى أيدى الحلفاء الذين كشفوا النقاب عن مدى تقدم الألمان فى هذا المضمار، وأنهم قد وصلوا إلى نفس المرحلة من التقدم الذى وصل إليه الحلفاء عام ١٩٤٠. وأنهم قرروا استعمال الماء الثقيل كمصدر لإطلاق قذائف النيوترونات، وأن المصنع تم إنشاؤه فى النرويج.

وبناء على ما توصلوا إليه من معلومات، قام العملاء السريون للحلفاء بإجهاض العملية تماما. إذ تم تفجير المصنع وتدميره وتعطل العمل.

وهكذا كان قرار استخدام الماء الثقيل فى تجارب التفاعل المتسلسل هو السبب الأول فى فشل المشروع الألمانى لإنتاج القنابل الذرية، بالإضافة إلى أسباب أخرى من بينها هرب صفوة العلماء اليهود من الحكم النازى إلى أمريكا وعلى رأسهم ألبرت أينشتين.

لقد تمخض مشروع "مانهاتن" عن إنتاج ثلاث قنابل فقط. ولهذه القنابل الثلاث رواية أخرى كتبها العالم الألمانى "أرفين أوبنهايمر" الذى إعتقلته قوات الحلفاء مع سبعة وعشرين عالما ألمانيا وتم ترحيلهم إلى

الولايات المتحدة بعد استسلام ألمانيا. وبعد تسع سنوات من انتهاء الحرب حصل "أرفين أوبنهايمر" على الجنسية الأمريكية وكتب مذكراته عن الانشطار النووى وأصدر كتابا بعنوان "يا للهول".

يقول "أرفين" أن العلماء الألمان جمعوا كمية كبيرة من اليورانيوم تكفى لصناعة عدة قنابل. وتم تخصيص معامل "هامبورج" لتخصيب اليورانيوم. وكانت خطة هتلر تتضمن نقل القنابل إلى اليابان عن طريق الغواصات. ويضيف "أرفين أوبنهايمر" أن العلماء الألمان أخروا عمدا "السلاح السري" الذى كان من المزمع إعلانه فى العيد الثانى عشر لتولى حزب النازي الحكم فى ألمانيا أى فى ٣٠ يناير عام ١٩٤٥. كما أن هتلر أوقف استمرار المشروع عندما تلقى رسالة من أحد العلماء يحذره من النتائج الوخيمة والآثار المدمرة للتفجير الذرى على الكرة الأرضية بأسرها. الأمر الذى ترتب عليه تأجيل إنتاج القنابل الذرية فى ألمانيا.

وهناك جهة أخرى كانت تقوم بإجراء البحوث الذرية منذ الثلاثينات فى معهد التكنولوجيا بمدينة "خاركوف" بالاتحاد السوفيتي، تحت إشراف العالم الروسي "أيجور كورتشاتوف". إلا أن انشغالهم بجبهة القتال مع الألمان حال دون تكريس الجهد وبذل المال لذلك المشروع. ولم يتلق "كورتشاتوف" أوامر البدء فى صناعة القنبلة إلا بعد تدمير هيروشيما. وفى عام ١٩٤٩ تم تفجير أول قنبلة سوفيتية. وبذلك أنهى السوفيت احتكار الولايات المتحدة الأمريكية للسلاح الذرى.

ويضيف المؤرخون السوفيت أن "روزنبرج" وزوجته أعدما ظلما فى أمريكا بتهم تسليم أسرار القنابل إلى السوفيت. وأنهما كانا ضحية أسطورة التفوق الأمريكي فى مجال البحوث الذرية.

إلا أن العامل المشترك فى الجهات الثلاث التى تروى صورا مختلفة لحدث واحد هو العلماء الألمان. فبعد استسلام ألمانيا اعتقل الحلفاء العلماء الألمان وتم إبعادهم عن أرض الوطن، فذهبت مجموعة منهم إلى الاتحاد

السوفيتي "السابق". ومجموعة أخرى إلى بريطانيا. ومجموعة ثالثة إلى الولايات المتحدة الأمريكية. إضافة إلى العلماء الألمان الذين هاجروا من ألمانيا قبل وأثناء الحرب هربا من حكم النازى. فكانت القنبلة النووية الانشطارية صناعة الفكر الألماني. أما تحويل الفكرة النظرية إلى التطبيق العملي أو انتزاع الطاقة الذرية والتحكم فيها فكانت صناعة أمريكية، ومن ثم سوفيتية.

يقول "أرفين أوبنهايمر" أن هتلر عندما أغمض عينيه، إنتهت الحرب العالمية الثانية، وبدأت فى الوقت نفسه الحرب الباردة وسباق التسلح النووي وما صاحب ذلك من آثار بيئية وخيمه وإنفاق أموال طائلة.

ويقال أن لعنة مشابهة للعنة الفراعنة حلت بمن ساهم فى إنتاج القنبلة النووية، ربما لتعرضهم للإشعاع المستمر الناجم عن عنصر اليورانيوم. فبعد انتهاء الحرب حرم على فيرمى زيارة وطنه إيطاليا لأسباب أمنيه، وعندما سمح له بذلك كان المرض الخبيث قد تمكن منه ومات عام ١٩٥٥.

أما "روبرت أوبنهايمر" فقد عانى من مطاردات وملاحقات أمنية بسبب علاقته بفتاة شيوعية قبل زواجه وتم محاكمته وانتهى أجله عام ١٩٦٧. بعد أن أصيب بورم خبيث فى حنجرته ومات عن عمر يناهز ٦٢ عاما.

وأما "اوتوهان" فقد نال جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٤٤ وتكريما له أطلق أسمه على العنصر ١٠٥ "الهانيوم". كما أطلق اسم "فيرمى" على العنصر ٩٩ "الفرميوم". ويتنازع السوفيت والأمريكيون العنصر رقم ١٠٤، ولذا يتمتع هذا العنصر بإسمين فى آن واحد. أما الأمريكيون فيطلقون عليه "رذرفورديوم" نسبة إلى العالم "رذرفورد". وأما السوفيت فهم يطلقون عليه "كورتشاتوفيوم" نسبة إلى العالم الروسي "أيجور كورتشاتوف" الذى أشرف على التجارب الذرية فى روسيا منذ ثلاثينيات القرن الحالى.

الفصل الرابع

التجربة الأولى للقنبلة الذرية

فى ١٦ يوليو عام ١٩٤٥، وفى قلب صحراء "نيومكسيكو" جنوب "لوس ألاموس"، تم تجربة أول انفجار ذرى للوقوف على مدى إمكانية انفجار القنابل الجديدة فى إطار العمليات الحسابية. ولقد برهنت هذه التجربة أنها أشد قوة مما كان ينتظره العلماء. حيث بلغت قوة التفجير ما يقرب من عشرين ألف طن من مادة (ت.ن.ت) طبقا لتقديرات فيرمى. وقد انطلق منها ضوء خافت وهاج بلغ من شدته أن شعرت به فتاة كفيفة من مكان يبعد عدة أميال. لقد غمر جنبات الإقليم كله ضوء كشاف بلغ فى شدته أضعافا مضاعفة لضوء الشمس.

وما أن انقضى ثلاثون ثانية بعد أن تم الانفجار حتى هبت موجة هواء لافحة ضغطت بقوة رهيبة على الإنسان والجماد. ثم تبعها فورا صوت راعد هادر متصل مخيف كأنه النذير الذى يؤذن بيوم الحشر. ثم تكوم الغبار الذرى وتجمع الغيام على هيئة قبة ضخمة اتخذت طريقها صاعدة فى قلب السماء، فغمرت الإقليم كله بإظلام تام. وأحدث الانفجار فى الصحراء فجوة كأنها فوهة بركان عمقها ٦٩ مترا وقطرها ٣٦٠ مترا، صهرت الرمال التى كانت تغطى هذه الفوهة. وعندما بردت وتماسكت بطنت الفوهة من الداخل بغشاء من الزجاج الأخضر. وأضيرت الأعشاب التى كانت نامية على أبعاد وصلت إلى ١٥٠٠ مترا وذلك بفعل لفح الهواء. وعلى بعد ثلاث كيلو مترات غطيت النباتات النامية بالطين والرمال المشعة التى أثارتها الرياح.

مات الرئيس روزفلت فى أبريل عام ١٩٤٥. وتولى بعده الرئيس ترومان رئيسا للولايات المتحدة الأمريكية. وتلهف الرئيس الجديد والشعب الامريكى للحصول على نصر عاجل فى الحرب العالمية الثانية.

الحرب النفسية

إلا أن الموافقة على مبدأ استعمال السلاح الذرى بعد وفاة روزفلت كان من المشكلات المعقدة التى واجهت الرئيس ترومان فى بداية عهده.

ذلك لأن استخدام السلاح الذرى لم يكن متفقا مع المبادئ الإنسانية والأخلاقية، خاصة بعد أن امتنع الجنود عن استخدام الغازات السامة والخانقة والجراثيم بعد الآثار المدمرة واللاإنسانية التى حدثت فى الحرب العالمية الأولى من جراء استخدام هذا السلاح، والتى كبدت القوات الفرنسية وقوات الحلفاء خسائر فى الأرواح قدرت بالآلاف. ولذا فقد شكل ترومان لجنة فرعية من بعض العلماء والسياسيين للنظر فى كيفية استخدام هذا السلاح الذى أوشك على الظهور، وطرحت أمام اللجنة الأسئلة الآتية :

هل من المناسب إنسانياً إستخدام السلاح الذرى ؟ وهل من الأفضل إخبار العدو بحقيقة هذا السلاح فيكون له الخيار بين التسليم وبين تحمل مسئولية الضحايا ؟.

أما بخصوص السؤال الأول فان اللجنة وافقت بالإجماع على استخدام السلاح الذرى. و مبررها الأخلاقى هو أن اليابان تستميت فى الدفاع عن ممتلكاتها. وستكون أشد استماتة عندما تغزى أراضيها. وعلى هذا فان استمرار الحرب فترة طويلة سوف يكلف الطرفين خسائر فادحة فى الأرواح والأموال. وقدر الخبراء أن خسائر أمريكا وحدها ستبلغ مليون نسمة، وهذا يفوق ضحايا القنبلة الذرية.

أما فيما يتعلق بالسؤال الثانى، فقد تشعب الرأى، وذهب البعض إلى حد المطالبة بدعوة المراقبين من الأعداء لمشاهدة التجربة فى صحراء "نيو مكسيكو". ولكن الردود جاءت بجواب مفحم، وهو أنه ماذا يكون الوضع لو أن التجربة لم تنجح ؟.

كذلك كان هناك اعتراض على إنذار العدو بإلقاء القنبلة فى وقت محدد، بأن اليابان قد تلجأ إلى تجميع الأسرى فى هذا المكان.

إنتهت اللجنة إلى أن الهدف من استخدام القنبلة هو الحرب النفسية لدفع اليابان إلى التسليم فورا. لذلك أوصت بأن تقذف فوق هدف عسكرى تحيط به المساكن الأسهل تدميرا. وعلى هذا الأساس تم اختيار هيروشيما. واكتفى فى إنذار وجهة الحلفاء فى ٢٦ يوليو بالتلميح إلى أن اليابان سوف تتعرض لأسلحة جديدة أشد فتكا من تلك التى استخدمت فى إخضاع ألمانيا. وأطلق الحلفاء الإشاعات بين الشعب اليابانى مفادها أن أمريكا أعدت لليابان مفاجأة من طراز جديد.

لقد جمعت محنة الحرب بين أمريكا وبريطانيا وروسيا فى تحالف كان له دوره الخطير. وكان الاتصال دائما بين "ترومان وتشرشل وستالين" للتنسيق فى شئون الحرب. ومن أهم الاجتماعات التى تمت بين الرؤساء الثلاثة، الاجتماع الذى عقد فى منتصف يوليو عام ١٩٤٥ فى "بوتسدام" وهى من ضواحى برلين الشرقية. وتشاء الظروف أن تصل إشارة إلى ترومان بأن الاختبار النووى قد نجح وأن القنبلة الذرية قد تمت تجربتها وأن التجربة قد نجحت. لقد كانت لحظة حاسمة فى تاريخ الحرب وفى تاريخ البشرية. يقول ترومان فى مذكراته "... حاولت أن أنقل النبأ إلى ستالين كما لو كان شيئا عارضا طارئا قد طاف بخاطرى وأنا أتحدث اليه. فذكرت له فى سياق حديثى معه فى موضوعات أخرى أننا فى الولايات المتحدة نمتلك الآن سلاحا جديدا له قوة تدميرية غير عاديه. ولم يظهر الرئيس الروسى اهتماما خاصا بما سردته عليه. وكان كل ما قاله أنه سعيد بسماع هذا النبأ. ويأمل أن نحسن استخدام السلاح الجديد ضد اليابانيين." ولم يكن هدوء ستالين أكثر من قناع يخفى وراءه انفعالاته. إذ أنه كان لا شك يعلم عن المشروع الامريكى (مشروع مانهاتن) عن طريق مخابراته وعملائه السريين ، وكان قد بدأ فعلا فى روسيا برنامجا للأسلحة النووية.

وقد انتهى اجتماع دول الحلفاء بإصدار إنذار إلى اليابان فى ٢٦ يوليو عام ١٩٤٥ يطلبون منها التسليم غير المشروط. ورفض رئيس الوزراء

اليابانى الإنذار الثلاثـى، ولكنـه أبـدى استعداده للاشتراك فـى مباحثـات سـلام لإنـهاء الحـرب علـى شـرط أن تحتفـظ اليابـان بـالأراضى التـى اسـتولت عليـها، وأن تحصـل أيضـا علـى تـأكيدات مـن الحلفـاء أن يحتفـظ الإمـبراطور بعرشـه. ورفـض الحلفـاء شـروط اليابـان. وأصـروا علـى أن يكـون تسـليم اليابـان تسـليما غـير مشـروط. وتمسـكت اليابان بموقفها بكل إباء حتى جـاء اليـوم الموعـود.

اليابان دأبت على مواجهة الكوارث

لقـد سـارت بنـا التجـارب الذريـة جنبـا إلى جنـب مـع أحـداث الحـرب العالميـة الثانيـة، حتـى تم للحلفـاء إنتـاج السـلاح الـذرى وإعـداده لـردع اليابـان. وهنـا يجـب أن يتطـرق بنـا الحديـث قليـلا لنسـتعرض شيئا عـن اليابـان التى اسـتهدفتها دول الحلفـاء بالتدمـير الـذرى.

مـن المعـروف أن الجـزر اليابانيـة تولـدت نتيجـة للـزلازل والـبراكين. فليس هنـاك على وجه الأرض مكـان عـانى مثـل مـا عانتـه اليابـان مـن اضطرابـات علـى أراضيـها. ولنضـرب لذلـك مثـلا بمـا حـدث فـى عـام ١٨٩١ حـين انشـقت الأرض شقا كمـا لـو كـانت أبـواب جهنم قد فتحـت علـى مصراعيـها. لكـى تغـوص الأرض اليابانيـة بمـا حملـت. و تلتـهم ألسـنة النـيران المندلعـة مدنـاً وقـرى بأسـرها. وتتكـرر المآسـى عاما بعـد عـام نتيجـة فـوران الـبراكين وتجـدد الـزلازل و تلاطـم الأمـواج حتـى ساد الاعتقاد بأن اليابان برمتها سوف تبتلعـها لجـج المحيـط.

لقـد تعـود اليابـانيون مـن قديـم الأزل علـى مواجهـة الكـوارث والمحـن. ويذهـب بعـض المؤرخـين إلى أن هـذه الطبيعـة البركانيـة قـد انعكسـت علـى طبـائع اليابـانيين فتعـودوا علـى مواجهـة المـوت بشـجاعة دون شـكوى أو نحيب. وأسـهم ذلـك بقـدر موفـور فـى اكتسـابهم صفـات مميـزة اشـتهروا بـها علـى طـول تاريخـهم الطويـل. ومنـها الاستسـلام والخضـوع للكـوارث وحـب الهجـرة والتوسع فـى أراضيهم لاستيطان منـاطق زراعيـة آمنـة.

وتنبثق حركة التوسع اليابانى عن أفكار عقائدية فضلا عن المصالح الاقتصادية. فقد درجت الحكومة على تشجيع تعاليم ديانة "الشنتو" التى تبث لدى الشعب أحقيتهم فى سيادة العالم واستغلال خيراته.

وقبل الحرب العالمية الثانية. بدا واضحا ندم دول الحلفاء على تقوية اليابان، وأدركت قيمة ما أسمته بالخطر الأصفر. وأقفلت أستراليا وأمريكا باب الهجرة أمام اليابانيين بعد أن استمرت اليابان فى فرض سياسة التوسع حتى تم لها احتلال منشوريا وجنوب شرق آسيا وبكين ومعظم موانى الصين الهامة.

وفى غضون أشهر الحرب الأولى استطاعت البحرية اليابانية احتلال "سيام". كما تم لها شل حركة السلاح البحرى البريطانى فى الشرق الأقصى بعد أن أغرقت البارجات البريطانية. ثم توغل جيش اليابان داخل "الملايو".

لقد كان هجوم اليابان على جزر هاواى وهى من الممتلكات الأمريكية، بمثابة الشرارة الأولى التى تسببت فى دخول أمريكا الحرب بتصميم غريب لسحق جيش اليابان وإنهاء التوسع اليابانى فى آسيا.

وبعد ثلاثة أيام من ضرب ميناء "بيرل هاربور"، أعلنت كل من ألمانيا وإيطاليا الحرب على الولايات المتحدة الأمريكية.

فى ذلك الوقت كانت ألمانيا النازية تسيطر على أوروبا الغربية والبلقان وتوغلت الجيوش الألمانية فى قلب الاتحاد السوفيتى.

وبعد ضرب ميناء "بيرل هاربور" احتل الجيش اليابانى سنغافوره. وهى من أهم القواعد البريطانية فى المنطقة. ثم استولى أيضا على جاوا وسومطره وبورنيو وتيمور وبورما ومعظم جزر الهند الشرقية التى تذخر بثروات طبيعية هائلة من البترول وغابات المطاط الشاسعة. وبذلك انهارت

الإمبراطوريات الاستعمارية لكل من بريطانيا وهولندا والولايات الأمريكية أمام الزحف اليابانى المستمر.

وعندما أعلنت أمريكا الحرب على اليابان ، تم تسليم جزيرة "أوكيناوا" فى ٢٠ أكتوبر عام ١٩٤٤ بعد معركة ضارية، فاشتدت مقاومة الجيش اليابانى وصدر قرار بتجنيد الأطفال من الجنسين البالغ أعمارهم ١٢ سنة. وأيضا الشيوخ حتى سن الستين، والنساء حتى سن الخمسين. وأنطلق السلاح الجوى بطلعات انتحارية بالطائرات على شكل مجموعات كانت الأولى من نوعها. واستمر القتال بشراسة لم يسبق لها مثيل. وتم قصف طوكيو مرات عديدة. وبعدها ظلت القنابل تنهمر على المدن اليابانية الواحدة تلو الأخرى وتتزايد حدتها يوما بعد يوم. ثم وجه الحلفاء رسالتهم إلى اليابان بالتسليم غير المشروط. كما تضمنت الرسالة أيضا نزع السلاح و وقف إنتاج الصناعات الحربية وإلغاء النظام العسكرى وتسليم جميع المدن التى احتلتها اليابان. وتم إطلاق الإشاعات وتوزيع المنشورات بين الشعب اليابانى تفيد بمطالب الحلفاء وأنهم يعدون لهم مفاجأة من نوع جديد. وكان السفير الامريكى لدى اليابان قد ندد فى حديث إذاعى بحوادث التعذيب التى يتعرض لها الصحفيون الأمريكيون ورجال الإرساليات المسيحية لانتزاع اعترافاتهم بعد إعلان الحرب رسميا على اليابان. وطالب بضرورة إبادة النظام العسكرى ، كما أفاد بان شعب اليابان لا يمكن إخضاعه إلا بعد إلحاق هزيمة عسكرية كاملة به.

مدينة هيروشيما اليابانية

تقع مدينة هيروشيما على نهر "أوتا" الذى يتفرع فيها إلى سبعة فروع، وتبلغ مساحتها ١٨ ألف فدان ، تحيط بها الجبال من جهات ثلاث ، والبحر

من الجهة الرابعة، ويبلغ عدد سكانها قبل إلقاء القنبلة الذرية عليها ٤٨٠ ألف نسمة مضافا إليهم ٦٠ ألف من الجنود.

وفي عام ١٩٤٥ و قبل نهاية الحرب العالمية الثانية تطورت الأمور سريعا و تتابعت الأحداث. إذ عقد مؤتمر "يالتا" في فبراير وهزمت ألمانيا في ٨ مايو وسلمت جزيرة "أوكيناوا" اليابانية في ٢١ يونيو، وجربت أول قنبلة ذرية في صحراء "نيو مكسيكو" في ١٦ يوليو، وافتتح مؤتمر بوتسدام وصدرت قراراته في ٢٦ يوليو. حدث كل هذا ولم يعلم اليابانيون من أمر معظم تلك الأحداث شيئا، لأنهم كانوا مشغولين بالغارات الجوية الكثيرة التي استمرت على المدن اليابانية ليلا ونهارا لفترات طويلة. إلا أن هيروشيما لم تصب بسوء من جراء تلك الغارات الجوية المتكررة. وقد فسر بعض العسكريين تلك الظاهرة بأنها تركت عمدا بدون غارات لكي تكون حقلا خصبا لاختبار مدى الخراب والدمار اللذين سوف تحدثهما القنبلة الذرية على مدينة كاملة بسكانها ومنازلها وأهدافها العسكرية.

الفصل الخامس

القنابل الذرية تنهي الحرب العالمية الثانية

بعـد منتصـف الليـل السـاكن، وقبـل بـزوغ فجـر يـوم جديــد، غــادرت الولايــات المتحــدة الأمريكيــة ثــلاث حــاملات قنــابل مــن طــراز (ب - ٢٩) متوجهة صوب جزر اليابــان.

وفـي صباح اليـوم التالي، وكــان ذلـك فـي يـوم الإثنين الموافـق السـادس مـن شـهر أغسـطس عـام ١٩٤٥، أطلقـت صفـارات الإنـذار اليابانيـة، ولكنـها لم تلبـث أن اتبعـت بصفـارات الأمـان، وخـرج النـاس مـن مخابئـهم بعـد أن ظنوهـا طـائرات الاسـتطلاع التـي يطلـق عليـها اسـم "اينـو لاجـاى" وتقـوم بمهمــة استكشـافية.

كـانت هـذه الطـائرات تحلـق علـى ارتفـاع مـا يقـرب مـن ٨٥٠٠ مـترا مــن الاتجـاه الشـمالي الشـرقي، وفجـأة وفــي منتصـف المدينـة هـدأت إحــدى الطــائرات مــن ســرعتها وألقــت بجســم اســطواني غــامض مصحوبــا بمظلــة "براشـوت"، تحتـوى علـى مجموعـة مـن أجـهزة الإرسـال وقـد صممـت بطريقـة خاصـة لكـى تؤكـد انفجـار القنبلـة فـى لحظـة محـددة. وكـان الدكتـور "لويــس الفاريز" بالطـائرة لتشغيل الجـهاز الـذى صممـه لهـذا الغـرض وهـو حـائز لجـائزة نوبـل.

وفـي سرعة الـبرق الخـاطف، اسـتدارت الطـائرة فـي الاتجـاه المعـاكس وغادرت المكـان. وبعـد دقيقـة واحـدة، قطعـت فيـها مسـافة ١٦ كيلـو مـترا، لمـح النـاس وميضـا سـاطعا أخـاذا يطويـه سـحاب أحمـر كثيـف، فاتجـهوا بأبصـارهم . إلى السـماء وهـم يتعجبـون ويتسـاءلون عـن ماهيـة ذلـك الشـيء الاسـطواني المجـهول الـذى يـهبط فـى مدينتـهم. وبعـد دقيقـة ونصـف وعلـى ارتفـاع ٥٧٠ مترا من سطح الأرض ، وكان ذلـك فـي تمـام السـاعة الثامنـة والربـع مـن صبـاح ذلـك اليـوم المشئوم، إهتز العـالم علـى أثـر دوى رهيـب تجـاوبت بـه أرجـاؤه البعيـدة والقريبـة. وحمـل الـدوى معـه أصـداء حـدث مروع، لقـد ألقيـت القنبلـة الذريــة علـى مدينــة هيروشـيما اليابانيــة. ولمــا لم تستسـلم اليابــان ، أعقبتــها الولايـات المتحـدة بأخرى بعـد ثلاثـة أيـام ألقيـت علـى مدينـة نجـازاكى. فـأتت القنبلتـان علـى قلبـى المدينتـين فنسـفتاهما نسـفا وأزالـت معالمـهما مـن الوجـود،

بعـد أن غمرتـهما بضـوء يفـوق ألـف شمـس. يبـدو كأنـه مزيـج مـن الأصفـر الذهبـي والأرجوانـي والبنفسـجي والرمـادى والأزرق والبنـي الداكـن. وتحـت ما يشبه سحب الغبار ، بدأ النهار يتحول شيئا فشيئا إلى ظـلام تـام.

ويبلـغ طـول القنبلـة ثلاثـة أمتـار وقطرهـا ٧٠ سـنتيمترا ووزنـها تسـعة آلاف رطـل وقـوة تفجيرهـا تكـافيء عشرين ألـف طـن مـن أشـد المـواد المتفجـرة (T.N.T).

وتـدل التقـارير التـي وردت بعـد ذلـك أن السـكان القـاطنين فـي نطـاق مئـات الأمتـار مـن الانفجـار كـانوا يحـترقون وتتفحـم أجسـادهم. وبعـد ذلـك المدى يصاب السكان بحروق من الإشعاعات. وقد بلـغ عـدد الضحايـا مـا يقـرب من ٢٥٠ ألـف نفـس بـين قتيـل وجريـح. وأصيـب مـن نجـا مـن لحظـة الانفجـار الأولى بفقـد السـمع والبصـر والحـروق والتشـوهات مـدى الحيـاة. هـذا عـلاوة علـى تأثـير أشعة جاما التـي تقتل الكرات البيضاء وتمنـع تجلـط الـدم ممـا يسـبب النـزيف المستمر تحـت الجلـد وإتـلاف الأنسـجة ونخـاع العظـام. وهـذه الأخطـار تسبب الوفاة المتـأخرة. ومـازال بعـض المشـوهين فـي اليابـان يعـانون مـن أثـار الإشعاع وهم على قيد الحيـاة حتـي الآن .

وفـي لحظـة الانفجـار تكـون الـذرات شـديدة السـرعة. ويكـون مركـز الانفجـار شـديد الحـرارة التـي قـد تصـل إلى ملايـين الدرجـات. فتنصـهر تبعـا لذلـك حبيبـات التربـة ويتحـول الرمـل إلى زجـاج وتعجـز الأرض عـن الإنبـات. وفـي لحظـة القصـف عندمـا يصبـح مركـز الانفجـار شـديد الحـرارة ، تتكـون كـرة هائلة مـن النـار تبـدو كمـا لـو كـانت شمسـا صناعيـة. لقـد بلـغ قطـر هـذه الكـرة سـتين مـترا، فـي زمـن قـدره جـزء مـن عشـرة آلاف جـزء مـن الثانيـة الواحـدة. وقـدرت درجـة حرارتها بما يقرب من ثلاثمائة ألف درجة مئويـة. أمـا فـي لحظـة الانفجـار فـان درجـة الحـرارة تبلـغ ٥٠ مليـون درجـة. بعـد ذلـك تكـوم الغبـار الـذرى على هيئة قبة تشبه فطـر عيش الغـراب، وأخـذت تتجـه إلى أعلـى حتـى وصلت إلى ارتفـاع تسـعة آلاف مـتر.

هيروشيما تغرق

بعد مرور ١٥ دقيقة، بدأ المطر يتساقط. وفي غضون ساعتين، انهمر المطر على هيئة سيول جارفة داكنة اللون وملوثة بالإشعاع والغبار الذرى. واستمرت الفيضانات المتدفقة لساعات متواصلة، إلى أن جرفت في طريقها مخلفات الدمار التي قاومت القصف. كما أزالت شوارع بأكملها واكتسحت الجسور وكل ما اعترض طريقها من المنازل والمنشآت العسكرية وجثث الضحايا والجرحى وغير ذلك. وعلى بعد ١٥ كيلو مترا من مركز الانفجار، كان هناك فريق من الخبراء قدموا من الجامعة للقيام بدراسة التأثيرات التي طرأت على المرضى. وفجأة انهمر عليهم جزء من الجبل وغرق جمع غفير من الباحثين والمرضى. وقد نتج عن الانفجار الذرى وما أعقبه من ارتفاع مذهل في درجات الحرارة، موجات من الضغط سحقت المباني الواقعة في حدود ٢,٥ كيلو مترا من مركز الانفجار وحطمتها.

هيروشيما تحترق

بعد مرور ٢٠ دقيقة اندلعت الحرائق في كل مكان حتى أنها وصلت إلى ٣٧٠٠ مترا من الانفجار. وكانت ألسنة النيران تشتعل بشدة وسرعة بالغة، فاحترقت أعمدة التليفونات وأسلاك البرق والكهرباء ، وعزلت المدينة عن باقي المدن عزلا تاما. وانفجر أحد خزانات الوقود بالمدينة واشتعلت فيه النيران بضراوة بالغة، وانعكست ألسنة اللهب على مياه النهر فبدت كما لو كانت قطعة قدت من الجحيم. وفي ظهر ذلك اليوم المشئوم بلغت ألسنة النيران ذروتها وظلت كذلك حتى بددت ظلام الليل الحالك فأضاءت المدينة المنكوبة، واختلط على الناس الأمر فلم يدركوا ليلهم من نهارهم.

هيروشيما تختفي من الوجود

استمرت الحرائق المندلعة ثلاثة أيام متواصلة، أتت فيها النيران على الأخضر واليابس، وأزالت معالم المدينة من الوجود. كما استمرت المواد المتفحمة في الاشتعال لمدة أسبوع، حتى أن أحد الأطباء الذى نجا من آثار القصف الذرى، ظل يضمد جراح مرضاه على ضوء الحرائق المندلعة.

وبعد ضرب مدينة نجازاكى، أذاع راديو طوكيو بيانا موجزا عن ضرب اليابان بنوع جديد من القنابل. إلا أن الإذاعة الأمريكية أماطت اللثام عن نوع القنابل المستخدمة فى قصف اليابان وقوة تفجيرها.

انقلاب عسكرى فى اليابان

من المدهش أن المعارضة فى اليابان لم تتحول عن رأيها فى عدم الاستسلام حتى بعد ضرب مدينتى هيروشيما ونجازاكى بالسلاح الذرى. لذا فقد قام أحد قواد الجيش من المعارضين للإمبراطور فى استسلام بلادهم وهو يدعى "آمانى" ، قام بمحولة انقلاب فاشلة فى ١١ أغسطس. وقد أضطر بعد ذلك للانتحار مع عدد من الضباط الذين أيدوه وعاونوه.

الإمبراطور يذيع بيانا إذاعيا

فى ١٤ أغسطس عام ١٩٤٥ تحدث إمبراطور اليابان لأول مرة فى تاريخه مخاطبا الشعب مباشرة بكلمات قليلة جاء فيها " ... بعد تفكير وروية فى الظروف التى تمر بها إمبراطوريتنا، قررنا اتخاذ خطوات إيجابية نحو دوام الاستقرار على الوضع الراهن، بتدابير صارمة ".

كان أروع شيء لدى شعب اليابان أن يتحدث إليهم الإمبراطور بصوته مباشرة. وكان المصابون يتكئون على عصى ليسمعوه من مكبرات الصوت وهم ينتحبون والدموع تنهمر من عيونهم. لقد كان الضحايا يفارقون الحياة وهم يرددون اسم الإمبراطور وأنهم يموتون فداءه.

اليابان تستسلم

بعد إلقاء بيان الإمبراطور، تم تسليم اليابان لقوات الحلفاء. أما وثيقة الاستسلام فقد وقعت فى اليوم الثانى من سبتمبر على الباخرة ميسورى على شواطىء طوكيو، وبذلك انتهت الحرب العالمية الثانية وأشد الحروب ضراوة فى التاريخ. ومع طلب التسليم تحفظ الإمبراطور بخصوص بقائه على العرش. ورأى السوفيت أن هذا يتنافى مع مبدأ التسليم دون قيد أو شرط. إلا أن الاتجاه السائد فى الولايات المتحدة أيد بقاء الإمبراطور على أن يخضع للقائد الأعلى لقوات الحلفاء. ولذا فقد تعهدت أمريكا أن يبقى إمبراطور اليابان على عرشه.

وتشاء الأقدار أن يظل إمبراطور اليابان على عرشه بعد تدمير بلاده لما يربو على نصف قرن من الزمان لكى يتحدى الأعداء و يشهد بنفسه التقدم العلمى والصناعى والتكنولوجى الرائع لبلاده، وأن يغزو العالم أجمع بإنتاج اليابان التى كتب لها التفوق فى شتى مناحى الحياة.

الفصل السادس

آثار القصف الذرى

بعد تسليم اليابان فى ١٤ أغسطس عام ١٩٤٥، تدفقت قوات الحلفاء لفحص الآثار الناجمة على التفجير الذرى، وتصوير المدينتين المنكوبتين وكتابة التقارير المفصلة. وتشاء الأقدار أن ينجو من الموت ستة من المواطنين من بينهم أحد رجال الدين وقس المانى، عضو البعثة التبشيرية باليابان، وطبيب شاب ظل يعمل فى تضميد جراح المرضى على ضوء الحرائق المشتعلة لما يقرب من تسعة عشر ساعة حتى وقع مغشيا عليه.

كان هؤلاء الناجون خير رواة لجميع الأحداث التى وقعت والتى سجلها الكاتب الأمريكى "جون هيرزى" ونشر كتابه " هيروشيما " عام ١٩٤٧.

مآسى تتبعها مآسى

جاء فى كتاب هيروشيما للكاتب جون هيرزى، "... إن أول ما ظهر على قيد الحياة فى مدينة هيروشيما بعد القصف الذرى مباشرة ، فريق من الجنود الذين كانوا فى خنادقهم المحفورة فى سفوح التلال. وهى جزء من آلاف الخنادق التى حفرها اليابانيون لمقاومة الغزو. لقد خرج الجنود من خنادقهم والدماء تنزف بغزارة من رؤوسهم وأفواههم وصدورهم وظهورهم وهم صامتون. وإذا بجمع غفير من الجرحى والمشوهين ومبتورى الأطراف، يتدفقون فى شبه مظاهرة كبرى غلفتها مظاهر البؤس والشقاء، وتجمهروا يتلمسون طريقا فى أروقة حطام مبنى المستشفى فى زحام خانق وهم يبكون ويصيحون طالبين النجدة. وإذا بصوت راعد متصل مخيف يثير الرعب ينطلق ،وتتبعه موجة هواء لافحة تقتلع جذور الأشجار المتفحمة، وتحمل الناجين وتلقى بهم بعيدا لكى تتراكم فوقهم أكوام الحجارة والأخشاب الناجمة عن الدمار.

وقد اجتاحت قوة الضغط الصادرة عن الانفجار مبنى المستشفى ومزقته إربا. وسقطت الأسقف والجدران وألواح زجاج النوافذ على المرضى. وانقلبت الأسرة رأسا على عقب، و تناثرت شظايا الزجاج إلى أجساد الجرحى فاختلطت الأرض والجدران بالدماء المتدفقة.

وقد افترش أعداد هائلة من الناس، الطرقات ينتظرون الموت، وكانوا يعانون من الصداع والغثيان والقئ، ويئنون من شدة الألم والعطش.

وعلى بعد أمتار قليلة من مركز الانفجار، كان شعر الناس يتساقط. وقد تسلخت جلودهم و تدلت من وجوههم وأيديهم.

ومن خلال هذه الفوضى الجنونية المؤلمة ، يمد أحد المرضى يده ليأخذ بيد عجوز لكي يعاونها على النهوض، فإذا بجلد يدها ينسلخ من فوق العظم كما لو كانت تخلع القفازات من يديها.

أما بالقرب من مركز الانفجار ،فانه يتراءى للناظر كما لو كانت مدينة أشباح مسحورة. فالناس تتفحم أجسادهم على حالهم لحظة القصف وهم وقوف أو قعود. ومن المآسي التي تبدو كما لو كانت لوحة مجسمة محزنة، منظر خمس رجال يقومون بدفع قارب إلى النهر، وقد وافتهم المنية وهم على هذه الحال فأضحوا كالتماثيل السوداء المتفحمة. كما أن محاجر عيونهم قد إقتلعتها حرائق الإشعاع فأصبحت جوفاء خاوية.

الآثار الناجمة عن الإشعاع

تدفق العلماء على المدينتين المنكوبتين للمعاينة وإجراء البحوث اللازمة، وكان أول شيء قاموا به هو تحديد مركز الانفجار وقياس شدة الإشعاع. وقد تم فحص ٦٥٣٤ موقعا اختيروا بعناية لكتابة التقارير.

ويتضح من الجدول الآتى أعراض الاعتلال الإشعاعى الناتجة من المشاهدات التى لوحظت بعد انفجارات هيروشيما و نجازاكى.

الزمن عقب التعرض للقصف الذرى	٦٠٠ رونتجن (جرعة قاتلة)	٤٠٠ رونتجن (جرعة نصف قاتلة)	٢٠٠ رونتجن (جرعة متوسطة)
الأسبوع الأول	- غثيان و قيئ بعد ساعتين		
الأسبوع الثاني	- إسهال و قيئ. - التهابات فى الحلق. - هزال سريع يؤدى إلى الموت بنسبة ١٠٠٪	- لا توجد أعراض محددة	
الأسبوع الثالث		- يبدأ الشعر فى السقوط. - فقد الشهية. - حمى. - إحساس عام بالاعتلال. - شحوب فى اللون. - موت بنسبة ٥٠ ٪ من الحالات.	- سقوط الشعر. - فقد الشهية. - التهابات فى الحلق. - شحوب فى اللون. - لا يحدث وفيات.

آثار الوميض

لاحظ العلماء أن وميض القنبلة الذرية أزال طبقة من الخرسانة المسلحة و صبغها بلون أحمر قان. وعلى بعد مائتى متر من مركز الانفجار، وجدت آثار ظلال دائمة مطبوعة ، خلفتها الإشعاعات على سقف مبنى غرفة التجارة. ومنها ما يمثل هيكل برج معدنى على شكل مستطيل، تماما مثل ما يحدث بواسطة التصوير الفوتوغرافى. وظل آخر مطبوع لعجلة يد محبس على أحد جوانب مستودع للغاز. وكذلك ظل لسلم على حائط يبعد مسافة كيلو مترين عن مركز الانفجار. وقد ظهر كذلك ظل مطبوع كصورة لأحد عمال الطلاء أثناء قيامه بعمله، واختفى الرجل من الوجود وظلت صورته باقية. وصورة أخرى لرجل آخر كان يقود عربة بجواد، ويبدو واضحا أن الرجل كان يحاول جلد الحصان بالسوط الذى يحمله بيده. كما وجدت ظلال كاملة لأفراد كانوا يسيرون فوق جسر "يوروزويو" وظلت هذه الظلال مطبوعة بصفة ثابتة على دعامات طريق المشاة فوق الجسر. واحترقت الضحايا وبقيت ظلالها شاهدا على آثار الإشعاع.

لقد كان نقش الزهور الذى يزين الرداء اليابانى الشهير "الكيمونو" يبدو مطبوعا على أجساد النساء، مما يدل على مدى كثافة الموجات الإشعاعية لحظة وميض القنبلة.

التأثير الحرارى الذرى على النباتات

تسببت الحرارة الشديدة المفاجئة والناتجة من الانفجار الذرى فى سرعة إنضاج ونمو الخضراوات فى حديقة مبنى البعثة الدينية التبشيرية. ومنها القرع والبطاطس التى تم نضجها قبل ميعادها وتضخمت فجأة.

المرض الحديث

من الجدير بالذكر أن تاريخا جديدا في علم الطب، بدأ منذ اللحظة التي سطع فيها وميض القنبلة الذرية فوق سماء هيروشيما. وتسببت القنابل الذرية في قتل ٩٥٪ من السكان الذين كانوا في حدود كيلو متر من مركز الانفجار. وتحقق الأطباء أن الوفاة كانت نتيجة لامتصاص كمية كبيرة من الإشعاع، كانت كافية لقتلهم. وقد تدفق الأطباء من الصليب الأحمر الدولي، ومن قوات الحلفاء الذين وصلوا بعد استسلام اليابان. ووجدوا أن البلازما والبنسلين لهما تأثير فعال جدا في اضطرابات الدورة الدموية.

إن سجل التاريخ الحديث لأمراض الإشعاع حافل بآلاف الحالات الغريبة التي حيرت العلماء والأطباء، ولا تزال قيد أبحاث واسعة حتى يومنا هذا. وهذا ما أكدته تقارير لجنة حصر الدمار و الأضرار والدراسات العامة لمدينتي هيروشيما و نجزاكي. وتعتبر من أهم البحوث التي دونت عن طب الإشعاع و المواد المشعة حتى الآن.

العلماء اليابانيون و البحوث الذرية

كان العلماء في اليابان على قدر كبير من المعلومات حول الانشطار الذرى. وكان أحدهم يمتلك جهازا لقياس الإشعاع.

أدرك هؤلاء العلماء أن المدينة دمرت بفعل الطاقة التي انبعثت عندما انشطرت أنوية ذرات اليورانيوم إلى شطرين. ولما كانت ألمانيا النازية حليفتهم في ذلك الوقت، فقد حصلوا على قدر كبير من المعلومات حول صناعة القنابل الذرية. ولذا فقد قامت قيادة الجنرال "آرثر" بمتابعة كل ما ينشر عن الأبحاث الذرية في الدوريات العلمية اليابانية بصفة منتظمة، وسرعان ما أصبحت ثمار الأبحاث الأمريكية في هذا المجال، في متناول

رجال العلم والصناعة والأطباء والعسكريين اليابانيين قبل علم الجمهور الأمريكي بوقت كبير.

وقد قامت السلطات المحتلة بإجراءات أمن مشددة لمنع نشر أي معلومات عن الانشطار النووى مما سبب الضيق الشديد للعلماء اليابانيين.

وفي أوائل سبتمبر تم الكشف عن شدة الإشعاع في مدينة هيروشيما. وبعدها قرر العلماء أنه بإمكان المواطنين دخول البلدة المنكوبة دون التعرض للخطر.

إعادة تعمير هيروشيما

بدأت حكومة الاحتلال بعد ذلك في إقامة مشروعات إعادة بناء المدينة المنكوبة وتنظيفها من مخلفات الدمار. حيث تم وضع النفايات في أكوام أمام مقر المجلس البلدى الذى أنشيء خصيصا لأغراض التعمير. وتم إعادة أسلاك البرق و الكهرباء. وبدأت عمليات بناء مجتمعات سكنية جديدة وإنشاء مرافق عامة.

إن المدينة الجديدة التي تحولت في ثوان معدودات إلى كومة من الأنقاض والخرائب، قد استعادت نشاطها من جديد. وتم عقد مؤتمر برئاسة شاب عسكرى متحمس من قوات الحلفاء هو الملازم "جون مونتجمرى". وهو من بين الكتاب المعروفين الذين دونوا أحداث الحرب العالمية الثانية في مذكراتهم و تم نشرها في الصحف.

بدأ الخبراء يخططون شكل المدينة حتى ألبسوها ثوبا جديدا أنيقا. وقد تركوا هناك حطام مبنى ليظل تذكارا وشاهدا على هذه المأساة، ومازال قائما حتى يومنا هذا. ويطلق عليه معهد الصداقة الدولية. وبعد ذلك قام خبراء الإحصاء بجمع الأرقام عن الآثار التي خلفتها القنبلة من تدمير وقتلى وجرحى.

استطلاع الرأى العام فى اليابان

إعتقد بعض المواطنين فى اليابان أن القنبلة الجديدة ما هى إلا نوع من الغازات السامة. وقد نشر هذا النبأ بعض الصحفيين. إلا أن رجل الشارع اليابانى لم يفهم أكثر من كونها قنبلة ذرية.

وقد استطلع أحد مراسلى الصحف رأى إحدى السيدات عن معلوماتها عن هذا الموضوع. فأجابت بأن حجم القنبلة الذرية فى حجم علبة الكبريت، وأن الحرارة المنبعثة منها تعادل ستة آلاف مرة كمية الحرارة المنبعثة من الشمس. وهى تنفجر فى الهواء، وأنه عندما تتحد قطعتان من اليورانيوم يحدث إنفجار. ثم يضيف المواطنون التعبير اليابانى الدارج "سيكاتا جاناى"، ومعناها أننا لا نستطيع أن نفعل شيئا بعد فوات الأوان.

والجدول الآتى يبين مدى الدمار الذى لحق بالمدينة المنكوبة ونسبة الوفيات.

المسافة من مركز الانفجار (كم)	نسبة الوفيات الإجمالية	نسبة الوفيات يوم ١٩٤٥١٨١٦	النسبة المئوية للمباني التى دمرت
٠,٥ كيلومترا	٪٩٨,٤	٪٩٠,٤	٪١٠٠
٠,٥ إلى ١ كم	٪٩٥	٪٥٩,٤	٪١٠٠
١ إلى ١,٥ كم	٪٤٥,٥	٪١٩,٦	٪٩٩,٩
١,٢ إلى ٢ كم	٪٢٢,٦	٪١١,١	٪٩٩,٢
٢ إلى ٣ كم	٪١٠	—	٪٨٦,٧
٤ كيلومترا	—	—	٪٧٤
٥ كيلومترا	—	—	٪٦٠
أكثر من ٥ كم	—	—	٪١٧,٦

وقد تسببت موجة الضغط في تحطيم و هدم ما مجموعه ٦٢٨٠ مبنى ، منها ٣٧٥٠ هدمت تماما وأصبحت حطاما.
والتهمت ألسنة اللهب ٥٦١١١ منزلا منها ٢٢٠٩ منزلا احترقت بالكامل.

بعد ذلك أتضح وجود آثار مباشرة هي الحريق والموت والدمار في مناطق التفجيرات. وأخرى بطيئة في المناطق البعيدة عن التفجير وآثارها لا تزال تسري حتى الآن. فقد ظهرت أجيال من المشوهين تماما، ومازال الكثير يعانون من آثار الإشعاع و بتر الأطراف ومرض السرطان وأعراض أخرى لم يهتد إلى كنهها علم الطب حتى يومنا هذا .

وقبيل الذكرى السنوية الأولى للقصف الذري لمدينة هيروشيما، كتب أحد رجال الدين الياباني رسالة موجهة إلى المجتمع الأمريكي وإلى العالم بأسره جاء فيها " ... لقد أتت النيران على أسرتي ومنزلي وأصبت بجراح غائرة، وكنت أشق طريقي بصعوبة بالغة عبر أجساد الضحايا لكي أعطي كلا منهم شربة ماء، وقد زاغت أبصارهم وتدفقت الدماء غزيرة من أجسادهم. منهم من يموت في صمت، ومنهم من يئن من شدة الألم، ومنهم مازال طريح الفراش لداء لا يرجى منه برء. فماذا أفاد المجتمع الأمريكي من جراء هذه الجرائم البشعة ؟. وقد اجتاحت بعد ذلك موجة كراهية تجاه أمريكا. وفي هذا يقول "البرت أينشتين"، أنه ما ندم في حياته على شيء قط سوى الخطاب الذى سلمه إلى الرئيس الأمريكي روزفلت ، بل انه ظل يعبر عن حزنه الدائم وأسفه على المآسي التي لحقت باليابان حتى أخر أيام حياته.

أما إنريكو فيرمي فقد دافع عن نفسه بقوله "... لولا الحرب ومساندة الجيش وتمويله، لتأخر التوصل إلى الطاقة الذرية لسنوات طويلة ". وتشاء الأقدار أن يتجرع فيرمي من نفس الكأس الذى شرب منه ضحايا شعب اليابان. فقد توفي بمرض السرطان الناجم عن تعرضه للإشعاع.

وفي اليابان انفرد الأمريكيون بالسلطة منذ تسليمها، وهم الذين صاغوا معاهدة الصلح معها سنة ١٩٥٢ بما يتفق ومصالحهم الخاصة. وقد عمل الأمريكيون خلال هذه السنوات السبع على اقتلاع التقاليد الوطنية المتعصبة والتي دامت منذ آلاف السنين. كديانة " الشنتو " التي تحض على عبادة الإمبراطور. وتم كذلك إدخال الأساليب الديمقراطية في نظام الحكم. وفي عام ١٩٤٦ أنفرد الأمريكيون بمحاكمة المسئولين اليابانيين عن الحرب. وقد أعفى الإمبراطور من المحاكمة حتى لا يثير ذلك ضغائن الشعب. وفي عام ١٩٥٦ تم عقد الصلح بين اليابان وروسيا بعد أن تغيرت سياستها الخارجية المتصلبة.

وتنص معاهدة الصلح على تنازل اليابان عن جميع ممتلكاتها التي حصلت عليها منذ نهاية القرن التاسع عشر مقابل جلاء الحلفاء عن أراضيها.

ومن الملاحظ أن الولايات المتحدة وقعت اتفاقية للدفاع المشترك مع اليابان في نفس الوقت الذي عقدت فيه معاهدة الصلح. وبدأت البعثات التعليمية تتدفق من اليابان إلى الولايات المتحدة في شتى ميادين العلم. وكان أبناء أسرة الإمبراطور وولي العهد من بين الذين استقوا العلم في أمريكا .

ومن المعروف أنه منذ عام ١٩٨٢ صارت اليابان تنفق ما يزيد على ١٪ من عائد الإنتاج القومي لدعم القوات المسلحة. بل أكثر من ذلك حدث ما أدهش العالم أجمع عندما وقعت اليابان البيان المشترك والخاص بمفاوضات القوة النووية متوسطة المدى في قمة "وليام بورج".

ولقد استهل هذا البيان المشترك بالفقرة التالية "... إن واجبنا الأول هو حماية الحرية والعدالة التي ترتكز عليها ديموقراطياتنا. ولهذا الغرض سوف نحتفظ بقوات عسكرية كافية لتأكيد السلام وردع أي هجوم ومجابهة التهديدات".

ولقد توفى الإمبراطور "هيروهيتو" فى السابع من يناير عام ١٩٨٧ وتولى إبنه "إكيهيتو" العرش خلفا له. وبذلك دخلت اليابان عهدا جديدا. ولأول مرة يتولى عرش اليابان منذ تاريخها الطويل (٦٦٠ ق. م) إمبراطور لاتنسب اليه صفة الألوهية طبقا لمذهب "الشنتو"، الذى ينص على أن الإمبراطور هو المفوض بالحق الإلهى أو ظل الإله على الأرض. وهو نفس المذهب الذى كانت بعض فراعنة مصر تعتنقه منذ آلاف السنين.

الفصل السابع

تكنولوجيا تفجير القنبلة الذرية

مازال مفاعل فيرمى هو التصميم الأساسى للمفاعلات النووية التى تتركب أساسا من الوقود و المهدىء وسيقان التحكم و دورة التبريد. والفرق بين القنبلة الذرية والمفاعل الذرى هو التحكم فى التفاعل المتسلسل لاستئناس الطاقة الناتجة. ففى المفاعل تستخدم مواد مهدئة مثل الجرافيت والماء الثقيل. ويتم التحكم فى النيوترونات الثانوية باستخدام مواد لها قدرة على امتصاص النيوترونات الزائدة، مثل الكادميوم و البورون. بالإضافة إلى التحكم فى درجة الحرارة الناتجة عن التفاعل باستخدام الماء أو غاز ثانى أكسيد الكربون تحت ضغط عال. وتعتمد فكرة القنبلة الذرية على انشطار نوى اليورانيوم -٢٣٥ أو البلوتونيوم -٢٣٩. ولا يوجد البلوتونيوم فى الطبيعة ولكنه عنصر من صنع الإنسان. فإذا أخذت بضعة أرطال من أحد هذين العنصرين ثم تعرضت فجأة لضغط كبير فى فترة وجيزة (تبلغ جزء من مليون من الثانية الواحدة) فإنها تنكمش الى حجم أصغر ويحدث انشطار النوى بطريقة تلقائية، وتقذف بالنيوترونات لتبدأ التفاعل المتسلسل حيث تنطلق كمية من الطاقة، تكافئ ما ينتج من انفجار عشرين ألف طن من مادة ثلاثى نيتروطولوين (T.N.T)، وهى مادة شديدة الانفجار. ويجدر القول أن التفاعل المتسلسل لا يمكن أبدا أن يحدث تلقائيا فى كتلة من اليورانيوم الطبيعى. ولكى يكون الانفجار الذرى ناجحا، يجب أن يستفاد من جميع النيوترونات المنطلقة فى شطر نوى اليورانيوم أو البلوتونيوم. ويستدعى ذلك وجود كتلة معينة من العنصر المشع تعرف بالكتلة الحرجة، وتشغل حجما معينا يعرف بالحجم الحرج. بحيث يسمح باقتناص كل النيوترونات وعدم ضياع أى منها. وعند الوصول الى الحجم الحرج يحدث الانفجار. هذا الحجم الحرج هو الحجم الذى لا يمكن أن توجد قطعة من اليورانيوم أكبر منه بينما الأحجام الأقل يمكن تداولها بسهولة. ولذا فقد توصل العلماء الى أن تفجير القنبلة معناه إيجاد قطعتين من اليورانيوم يكون مجموع حجمهما يزيد على الحجم الحرج. وحجم كل منهما أقل من الحجم الحرج. ولاشك أن التفاعل يبدأ بمجرد إقتراب

إحدى القطعتين من الأخرى. ولذا يلزم العمل على تقريبهما بعضها من بعض بسرعة فائقة حتى يكون التفاعل أسرع، كأن تطلق إحدى القطعتين على الأخرى. ويمكن الإقلال من الحجم الحرج إذا أحيطت بمادة عاكسة للنيوترونات. وللعاكس فائدة أخرى وهي الاحتفاظ بالمادة لمدة أطول مما يساعد على زيادة التفاعل وقوة الانفجار. وعند حدوث الانفجار فإن الطاقة الناتجة تكفي لتحويل المواد المستخدمة الى غاز تحت ضغط هائل ودرجة حرارة تصل الى عشرة ملايين درجة مطلقة. وعندما يتحرر الغاز من هذا الضغط تنطلق موجة لافحة تحمل معها خطرا مميتا على هيئة إشعاعات قوية مختلفة الأنواع .

العصر الذرى و الحرب الباردة

بعد استسلام اليابان عام ١٩٤٥، إكفهر ميدان القتال وعاوده الصمت من جديد. إلا أن الأبحاث الذرية ظلت تسير على قدم وساق، وتحوطها السرية التامة لسنوات طويلة. واجتازت العالم فترة زمنية أطلق عليها "الحرب الباردة". وظهرت كتلتان إحداهما من الدول الغربية الديمقراطية، والأخرى من الدول الشرقية الشيوعية. وشعر كل منهما بضرورة الإستعداد لمواجهة الاعتداءات. وأخذت الأمم تتنافس فى صناعة الأسلحة الذرية والاستزادة منها سرا. ومرت سنوات ثم جاء أغسطس عام ١٩٤٩ وهو شهر حاسم فى تاريخ العصر الذرى. ففى هذا الشهر فجر الاتحاد السوفيتى قنبلته الذرية الأولى. لقد أنهى ذلك التاريخ احتكار الولايات المتحدة الأمريكية للسلاح الذرى. وأعقبت روسيا فى إنتاج السلاح الذرى بريطانيا عام ١٩٥٢ ثم فرنسا عام ١٩٦٠ ثم الصين عام ١٩٦٥. ثم إسرائيل عام ١٩٧٠ ثم الهند عام ١٩٧٤. وكل خمس سنوات تحوز دولة واحدة أسلحة نووية بدءا من جنوب أفريقيا والباكستان، وأوكرانيا والعراق وكوريا الشمالية. وقبل انتهاء حكم الرئيس ترومان، إتخذ الرئيس الأمريكى قرارا خطيرا هو البدء فورا

فى صناعة القنبلة الهيدروجينية. وكان هذا القرار صدى لتفجير روسيا لقنبلتها الذرية.

ويعادل إنفجار القنابل الهيدروجينية، ستين مليون طن من مادة (T.N.T).

وهكذا بدأ الصراع الحقيقى بين القوتين العظميين بعد أن انتهى احتكار السلاح النووى من قبل الولايات المتحدة.

ومرت الأعوام وجاء الرئيس أيزنهاور خلفا للرئيس ترومان.

ويجدر القول أن الإنفاق على صناعة وتطوير واستحداث السلاح النووى منذ عام ١٩٤٥ حتى الآن، تجاوز خمسة تريليون دولار. ولمعرفة مدى ضخامة هذا الرقم،لنا أن نتصور هذه الدولارات وهى مرصوصة بالدولار صفا واحدا فوق سطح الأرض، فقد تستطيل حتى تصل إلى سطح القمر.

وفى عام ١٩٩٩ صرح الرئيس الامريكى بأن السلاح النووى أكبر خطيئة ارتكبت فى حق البشرية فى القرن العشرين.

الفصل الثامن

الذرة فى خدمة السلام

فـي ديسـمبر عـام ١٩٥٣ تقـدم الرئيـس الأمريكـي أيزنـهاور باقـتراح جـرئ للعـرض علـى الجمعيـة العامـة لمنظمـة الأمـم المتحـدة، ينصـب علـى أن كـل دولـة لديها مشروعات ذرية تتعهد بأن تـوزع شـطرا مما لديـها مـن هـذه المـواد القابلـة للانشـطار علـى البـلاد الأخـرى لاسـتغلالها فـي الأغـراض السـلمية، فـي الطـب والزراعـة والصناعـة وفـي توليـد الكـهرباء فـي البـلاد التـي تفتقـد الى مصـادر توليدهـا. وقـدم الرئيـس أيزنـهاور اقتراحـه فـي خطـاب تـاريخي اختتمـه بقولـه "... إن الولايـات المتحـدة الأمريكيـة لتقطـع العـهد علـى نفسـها أمـام العـالم أجمـع بتصميمـها علـى أن تسـلك الطـرق التـي لاتصبـح فيـها قـدرة الإنسان الخلاقة والممتـازة مـوردا مـن مـوارد تدمـيره وهلاكـه، بـل لتكـون وقفـا علـى إسعاد حياتـه ".

وقد أطلـق علـى اقتراحـه هـذا اسم "مشروع الـذرة فـي خدمـة السـلام".
كمـا تـأخر منـح الدكتـور "لويـس الفـاريز" جـائزة نوبـل الى عـام ١٩٦٨ لمساهمته فـي صناعـة القنبلـة الذريـة.

إن جمـهرة الشـعوب لم تسـمع عـن الطاقـة الذريـة إلا بعـد إلقـاء قنبلـة هيروشـيما. وكـان الاعتقـاد الراسـخ فـي الأذهـان فـي ذلـك الوقـت، أن هـذه الطاقـة لم تخلـق إلا للدمـار والخـراب. ولم يـدر بخلدهـم أن هـذه الطاقـة يمكـن أن تتحـول الى تطبيقـات نافعـة تشـمل توليـد الكـهرباء لأغـراض الإضـاءة وإدارة الآلات فـي المصانع والسـفن وانطـلاق سـفن الفضـاء.

وبنـاء علـى اقـتراح إيزنـهاور، دعـت منظمـة الأمـم المتحـدة إلى عقـد المؤتمـر الـدولي الأول للأغـراض السـلمية للطاقـة الذريـة، فـي جنيـف بسويسـرا فـي صيـف عـام ١٩٥٥. حضـره ألـف وأربعمائـة مشـترك مـن العلمـاء والسياسـيين يمثلـون ثلاثـا وسـبعين دولـة مـن دول الكتلتـين الشـرقية والغربيـة. ولأول مـرة يلتقـي علمـاء الشـرق وعلمـاء الغـرب علـى الخـير. ومنـهم "شـتراوسمان"

و"أتوهان" و"فيرمى" النجم اللامع فى قصة الطاقة الذرية والعصر الذرى، ومخترع أول مفاعل ذرى والذى يطلق اسمه عليه.

و"نيلز بوهر" الذى كان لا يزال أعظم علماء الذرة الأحياء شأنا. ولأول مرة خلال سنوات عديدة ترفع الكتلة الشرقية ستارها الحديدى وتسمح لكثرة من علمائها أن يحضروا المؤتمر كأعضاء فيه. ولقد.برهنت أحاديث الأعضاء جميعا على رغبتهم الصادقة فى إخضاع الطاقة الذرية لخير البشرية ورفاهيتها.

كان لمشروع الذرة فى خدمة السلام نتائج هامة، وفاق نجاحه كل التوقعات. وقد سارعت الولايات المتحدة فى تنفيذ برنامجها الخاص بشحن بعض المواد الانشطارية لاستعمالها فى البحوث الذرية فى الدول التى لم تكن تنتجها. وزودتهم بالمعلومات اللازمة والمساعدات الفنية وفتحت الجامعات الأمريكية أبوابها لكثرة من العلماء والمهندسين الراغبين فى دراسة العلوم الذرية ليقوموا بدورهم بتدريسها لغيرهم من العلماء والطلاب فى دولهم عقب عودتهم.

كذلك قرب مؤتمر جنيف بين وجهات النظر.وكشفت الدول المعنية بأمر الذرة الستار عن كثرة من المعلومات التى كانت محجوبة فى طى الكتمان حتى ذلك الوقت. وحتى البلاد المتخلفة عرفت الكثير مما يمكن أن تعمله الذرة وكيف يمكن استغلال الذرات لخيرها وإسعادها.

ومن بين الطرائف التى حدثت عقب إعلان توصيات المؤتمر. أن امرأة تقيم فى جنيف قرأت فى الصحف أن الطاقة الذرية التى يجود بها اليورانيوم يمكن الاستفادة منها فى تدفئة المنازل. كما قرأت أيضا أن الولايات المتحدة الأمريكية حددت سعر اليورانيوم بأربعين دولار للكيلو. وبعملية حسابية بسيطة أدركت هذه السيدة أن اليورانيوم وقود رخيص

الثمن. واتجهت من فورها الى مكتب استعلامات مؤتمر الذرة المنعقد فى جنيف لتسأل من أين يمكنها شراء اليورانيوم. وعبثا حاول العاملون بالمكتب توضيح عدم إمكانية حرق اليورانيوم فى فرن المنزل كما يحرق الفحم للتدفئة، بل يلزم الأمر إعداد مفاعل باهظ التكاليف تقوم به الدولة وليس الأفراد. إلا أن السيدة أصرت على رغبتها فى اقتناء المفاعل الذرى نظرا للمبالغ الباهظة التى تكبدتها فى دفع فواتير الكهرباء. وهى لا تعلم أن تكاليف بناء المفاعل الذرى تصل الى عشرة ملايين من الدولارات.! وانفجر العاملون بمكتب الاستعلامات فى الضحك وتندر الناس بهذه الواقعة.

ولقد تقدمت البحوث الذرية بعد ذلك تقدما مذهلا. وأزاح السوفيت النقاب عن مقتنياتهم من قاذفات القنابل عابرة القارات.

وفى جنيف كشفت الولايات المتحدة وبريطانيا والهند عن مؤسسات للطاقة الذرية تبحث عن طرق لإجراء هذه التفاعلات وفق منهج مرسوم للاستخدامات السلمية.

من القنبلة الذرية الى الصاروخ

فى أكتوبر عام ١٩٥٧ تحول اهتمام السوفيت من قاذفات القنابل الى الصواريخ ثم الى إطلاق أول مركبة فضائية من صنع الإنسان. لقد أثبت الروس بهذا العمل الرائد الخلاق قدراتهم العلمية الباهرة و تفوقهم التكنولوجى الرائع. وكان أن تصرفت الولايات المتحدة الأمريكية إزاء التفوق الروسى تصرفا حضاريا عقلانيا. واتخذ الكونجرس الأمريكى قرارا بزيادة ميزانية التعليم والبحث العلمى فى العلوم و الرياضيات والهندسة زيادة هائلة. كما التزمت أمريكا بتعهداتها فى الخطاب التاريخى الذى ألقاه أيزنهاور أمام العالم أجمع. وفى عام ١٩٥٨ وفى جنيف أيضا تم عقد مؤتمرا آخر لدراسة استخدام الذرة فى أغراض السلم. وذهب علماء أمريكا وروسيا لحضور اجتماعات دولية بها. كما زار علماء روسيا الولايات المتحدة. وبدأ

العالم يتبين أثر هذه الروح الجديدة التى انبثقت من تزاور العلماء. كما بدأ البشر يجنون أولى ثمار الخدمات والصناعات و التطور التكنولوجى الهائل فى العصر الذرى.

البحث عن اليورانيوم

قبل بداية الحرب العالمية الثانية، كانت الخامات المختزنة من اليورانيوم ضئيلة للغاية. وكانت الولايات المتحدة تعتمد على مصادر الإمدادات الخارجية خاصة من المناجم الموجودة فى أعماق الكونغو البلجيكية. وكان الخام ينقل عبر ١٢٠٠ ميل من الأخاديد الصخرية والأدغال ثم يشحن برا الى الولايات المتحدة.

ولكن هذه الإمدادات عجزت عن الوفاء بحاجة التصنيع الذى بدأ ثورة علمية منذ النصف الثانى من القرن العشرين. ولذا فقد قدمت لجنة الطاقة الذرية مكافآت سخية لمن يقوم باستكشاف وتسليم إمدادات جديدة. لقد ألهبت أحلام الثراء عزيمة المستكشفين، وأصبح اليورانيوم كلمة جديدة ومألوفة لدى العامة. وسرعان ما أحتشد جيش غير منظم من المستكشفين الهواة و المحترفين فى الصحارى والجبال، طمعا فى الغنى المفاجئ وقهر الفقر. وكان منهم الجيولوجيون المتمرسون ورجال الأعمال والعمال والمزارعون والمدرسون والطلبة والجنود الحاصلون على إجازات. بل كان هناك أسر بأكملها تلهث وراء هذا الخام السحرى سيرا على الأقدام عبر صحارى صخرية مقفرة، أو أخاديد جبلية نائية. ومنهم من استخدم الدواب ومنهم من استقل سيارات النقل أو سيارات الجيب. ومنهم من تسلق المنحدرات الحادة وسفوح الحجر الرملى حتى أدمى قدميه. ولقد حدد عدد كبير من هؤلاء المغامرين عدة مواقع رواسب هامة للخام بعد أن قادهم اليها النشاط الإشعاعى لليورانيوم مستنيرين بعدادات جايجر. وأخيرا

باعوا حصصهم الى شركات التعدين القائمة. وقد حققت فئة قليلة جدا من هؤلاء المستكشفين ثروة طائلة بعد أن تنازلت عن حقوقها مقابل ملايين الدولارات. وقد تركزت معظم هذه البحوث الضخمة فى هضبة كلورادو.

إنتاج الطاقة الذرية لتوليد الكهرباء

بحلول شهر يونيه عام ١٩٥٤، بدأ تشغيل أول محطة قوى ذرية فى العالم لتوليد الكهرباء بدون توقف، وإرسالها فى شبكة الأسلاك. تم ذلك الحدث العالمى فى الاتحاد السوفيتي. وفى العام التالى تم عرض نماذج وأفلام سينمائية ملونة لهذه المحطة على أعضاء أول مؤتمر عقد للإفادة من الطاقة الذرية فى أيام السلم. وقد احتوى المفاعل الروسى على ١٢٨ عنصرا للوقود. ومعنى ذلك أن كثرة من ذرات اليورانيوم قد انشطرت. وأن كثرة من المواد الانشطارية قد تكونت وامتصت هذه المواد عددا كبيرا من النيوترونات. وقد عرض الفيلم كيف تصل هذه الكهربا الى المستهلكين وكيفية الإفادة منها. وكانت من ضمن المشاهد مزرعة روسية تحلب أبقارها بواسطة آلات تستمد الكهرباء مما يتولد فى المحطة الذرية.

أما ثانى محطات القوى الذرية لتوليد الكهرباء التى تم تشغيلها، فقد أقيمت فى "كالدرهول" بإنجلترا. وافتتحتها رسميا الملكة اليزابيث الثانية فى أكتوبر عام ١٩٥٦ بأن جذبت مفتاحا فانسابت الكهرباء من محطة "كالدرهول" فى شبكة أسلاك التوصيل.

وتحتوى محطة الكهرباء الذرية على مفاعل ذرى يقوم مقام الغلاية. ذلك لأنه عندما يحدث تفاعل متسلسل فى المفاعل وتتحرر طاقة ذرية، فانه يسخن الى درجة حرارة عالية. والحرارة المتولدة فيه تستطيع تحويل الماء الى بخار يدير التربين كما فى محطة الكهرباء العادية.

ويقوم التربين بدوره بإدارة المولد الذى نحصل منه على الكهرباء المتولدة فيه. ومن ثم يمكن اعتبار المفاعل كغلاية تسخن بحرق اليورانيوم أو أى مواد انشطارية أخرى. ولهذا السبب تسمى المواد الانشطارية الآن بالوقود النووى.

ومحطات الكهرباء التى تنشأ حاليا طبقا لأحدث النظم، تحاط من جميع نواحيها بقباب مكورة مصنوعة من الصلب. ولقد انتشرت هذه القباب المعدنية فى أنحاء العالم واعتبرت رمزا للعصر الذرى الذى نعيشه الآن. كما كانت المداخن العالية للمصانع فى الماضى تعتبر رمزا للتقدم الصناعى.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

فى ٢٩ يوليو عام ١٩٥٧ تم إنشاء الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومقرها فيينا بالنمسا. وهى إحدى المنظمات الدولية التابعة للأمم المتحدة التى تعنى بالاستخدامات السلمية لهذه الطاقة فى شتى المجالات العلمية. وتمثل بداية الطريق نحو تحقيق أهداف الذرة فى خدمة السلام على المستوى الدولى. وتشمل عضويتها الآن ١١٦ دولة. وآخر دولة انضمت الى عضويتها زيمبابوى عام ١٩٨٦.

ينعقد المؤتمر العام للوكالة مرة واحدة كل عام لمناقشة سياسات الوكالة وبرامجها وإنجازاتها وميزانيتها التى تدفعها هذه الدول والتى تتجاوز مائة مليون دولار فى السنه، بالإضافة إلى التبرعات التى تدفعها الدول الغنية على شكل معونات عينيه أو برامج تدريبية أو غيرها.

الفصل التاسع

المفاعل النووى

يطلق اسم المفاعل النووى على الفرن الذرى، وهو يتكون من أجزاء رئيسية هى الوقود والمهدئ و قضبان التحكم والمبرد. ويستخدم وقود اليورانيوم الطبيعى لشطر يورانيوم -٢٣٥ بواسطة النيوترونات المنطلقة. وعندما تصطدم مع نوى قضبان التحكم فيها وتمتصها، تتوقف إنشطارات نوى اليورانيوم الطبيعى. أما النيوترونات التى تنجو من هذا الامتصاص فهى التى تشطر نوى اليورانيوم ٢٣٥. ثم تعاد دورة الانشطار النووى المتسلسل مرة أخرى، وهكذا مرة ثالثة ورابعة الى أن يتوقف المفاعل عن العمل.

وأبسط مفاعل نووى هو المعروف باسم "حمام السباحة". وهو يحتوى على صهريج ضخم من الماء يعادل فى ضخامته حمام سباحة متوسط الحجم، تغمر فيه قضبان من مواد الوقود. ويلعب الماء دور المعدل أو المهدىء فيبطئ حركة النيوترونات الى السرعة المناسبة للانقسام. كما أن له فائدة أخرى كدرع يمنع تسرب الإشعاع الخطير المنبعث من الانقسام. وتمتد الى داخل المياه قضبان الكادميوم أو البورون للسيطرة على النيوترونات، فهى تتحكم فى امتصاصها للدرجة المطلوبة، أو الى الدرجة التى يتوقف عندها التفاعل. وعند البدء فى إعادة التفاعل تجذب قضبان التحكم الى المستوى المطلوب لإجراء تلك العملية.

ويعتبر المفاعل الذرى مصدرا عجيبا من مصادر الطاقة حيث ينتج طاقة هائلة من كمية ضئيلة من الوقود. فالرطل الواحد من يورانيوم ٢٣٥ ينتج لنا طاقة تعادل طاقة ثلاث ملايين رطل من الفحم. كما أن الرماد المتخلف ذو فوائد جمة فى الصناعة. والمفاعل الذرى ليس سوى فرن يولد طاقة حيث ينتج ما مقداره ٩٠٪منها على شكل حرارة. ويقوم المفاعل بنفس الوظائف التى تؤديها الآلات البخارية فى إنتاج القوى.

والقوى الذرية تعنى الكهرباء. ولو أن الفرن الذرى لا يزيد عن كونه فرنا. فهو لا يولد الكهرباء مباشرة ولكنه يعطى حرارة تولد بخارا لتسيير مولدات التوربينات بالطريقة التقليدية.

وهناك أنواع أخرى عديدة من الأفران الذرية أكثرها أمنا هو المفاعل المائى المضغوط (PWR). وهو يستعمل فى المحطات الضخمة المولدة فى "نيويورك" و"بتسبرج".

العثور على حجر الفلاسفة

أصبح الآن المفاعل الذرى بمثابة العامل السحرى أو حجر الفلاسفة الذى يقوم بتحويل العناصر والذى طالما تطلع إليه القدماء زمنا طويلا، ولكنهم لم يعثروا عليه. فهو يقوم بتحويل العناصر العادية الى نظائر مشعة صناعية، تستعمل فى شتى ميادين الحياة. والمفاعل الذرى يولد الجسيمات الذرية و الأشعة بكميات ضخمة، وهى تستعمل مباشرة فى الطب والصناعة والزراعة والبحوث العلمية.

وتقام الآن مفاعلات نووية متنوعة بتصميمات مختلفة. وتوجد أيضا تصميمات أخرى، تعد بالمئات ومطروحة للتنفيذ، لاستخدامها فى البحوث العلمية وتوليد الطاقة الكهربائية و إنتاج المواد المنشطرة وتسيير وسائل النقل.

المفاعلات النووية تجتاح دول العالم

مع بداية عام ١٩٩٥، بلغ عدد المفاعلات النووية ٤٣٧ مفاعلا لإنتاج الطاقة الكهربية، هذا بالإضافة الى ٩٦ مفاعلا آخر تحت الإنشاء يبلغ إجمالى

قدرتها الكهربية حوالي ٨٠ ألف ميجاوات، وهى منتشرة فى ٣٢ دولة من دول العالم.

وجدير بالذكر أن بعض الدول تعتمد اعتمادا كليا على الطاقة النووية فى توليد الكهرباء، وأن بعض الدول تصل مساهمة الطاقة النووية بها الى أكثر من ٧٠ ٪. ويتزايد باستمرار اعتماد العالم على الطاقة النووية فى إنتاج الكهرباء. ففى عام ١٩٨٦، بدأت اليابان فى إنشاء مفاعل نووى جديد، وفى عام ١٩٨٧ تم إنشاء تسعة مفاعلات نووية جديدة بدول بلغاريا والصين والهند واليابان، وفى عام ١٩٨٨ تم إنشاء ستة مفاعلات نووية جديدة فى الصين وفرنسا واليابان والمملكة المتحدة والاتحاد السوفيتى (سابقا). أما عام ١٩٨٩ فقد شهد وحده بدء إنشاء ١٣ وحدة نووية جديدة لإنتاج الكهرباء موزعة على عشر دول مختلفة. وقد انضمت المكسيك أخيرا الى الدول المستخدمة للطاقة النووية فى إنتاج الكهرباء. وبالإضافة الى المحطات المركزية الثابتة لتوليد الطاقة الكهربائية، هناك مفاعلات أخرى صممت خصيصا لتسيير وسائل النقل مثل الغواصات والبواخر والصواريخ والطائرات. وهى تتميز بصغر الحجم وخفة الوزن بالمقارنة بالمحطات المركزية الثابتة. ولهذا السبب تزود هذه المنشآت المتنقلة بيورانيوم -٢٣٥ على درجة كبيرة من النقاء.

وتوضح البيانات المرفقة القدرة التى تحتويها مصادر الطاقة المختلفة والدول الحائزة على السلاح النووى والدول المنتجة للطاقة النووية.

القدرة التى تحتويها مصادر الطاقة المختلفة

مصدر الطاقة	كمية القدرة التى يحتويها(كيلووات-ساعة)
طاقة الانشطار النووى في المتر المكعب لليورانيوم -٢٣٥	٤٠٠،٠٠٠ مليون
طاقة الاندماج النووى في المتر المكعب للديوتيريوم	١٠ مليون
طاقة الوقود الحجرى للمتر المكعب من الوقود(بترول أو فحم)	١٠ آلاف
طاقة مساقط المياه بالمتر المكعب من المياه (بمستوى ارتفاع ٣٠ متر)	واحد
طاقة شمسية فى الساعة للمتر المربع	واحد
طاقة الرياح فى الساعة للمتر المربع (من رياح سرعتها ٣٦ ميل / ساعة)	١/٢ نصف
طاقة حرارية جوفية (متوسط أرضى) فى الساعة للمتر المربع	٠,٠٠٠٦

الطاقة النووية فى دول العالم

اسم الدولة	مفاعلات شغالة		تحت الإنشاء		النسبة المئوية للكهرباء النووية
	عدد المفاعلات	القدرة الإجمالية (ميجاوات)	عدد المفاعلات	القدرة الإجمالية (ميجاوات)	
الأرجنتين	٢	٩٣٥	١	٦٩٢	٪ ١١,٨
أرمانيا	١	٣٧٦	–	–	
بلجيكا	٧	٥٥٢٧	–	–	٪ ٥٥,٥
البرازيل	١	٦٢٦	١	١٢٤٥	٪ ١
بلغاريا	٦	٣٥٣٨	–	–	٪ ٤٦,٤
كندا	٢١	١٤٩٠٧	–	–	٪ ١٧,٣
الصين	٣	٢١٦٧	–	–	٪ ١,٢
جمهورية التشيك	٨	٣٢٦٤	٢	١٨٢٤	٪ ٢٨,٤
فنلندا	٤	٢٣١٠	–	–	٪ ٢٩,٩
فرنسا	٥٦	٥٨٤٩٣	٤	٥٨١٠	٪ ٧٦,١
المانيا	٢٦	٢٤٤٣٠	–	–	٪ ٣٣,١
المجر	٤	١٧٢٩	–	–	٪ ٦٢,٣
الهند	١٠	١٦٩٥	٤	٨٠٨	٪ ١,٩
إيران	–	–	٢	٢١٤٦	
اليابان	٥١	٣٩٩١٧	٣	٣٧٥٧	٪ ٣٣,٤
كازاخستان	١	٧٠	–	–	

كوريا	١١	٩١٢٠	٥	٣٨٧٠	٣٦,١٪
لتوانيا	٢	٢٣٧٠	–	–	٨٥,٦٪
المكسيك	٢	١٣٠٨	–	–	٦٪
هولندا	٢	٥٠٤	–	–	٤,٩٪
باكستان	١	١٢٥	١	٣٠٠	١,١٠٪
هنغاريا	٤	١٦٤٥	–	–	٥١,٤٪
يوغوسلافيا	١	٦٣٢	–	–	٥,٣٪
رومانيا	–	–	٢	١٣٠٠	
روسيا	٤٥	٣٤٦٧٣	٤	٣٣٧٥	١٢,٢٪
جنوب أفريقيا	٢	١٨٤٢	–	–	٦,٥٪
جمهورية السلوفاك	٤	١٦٣٢	٤	١٥٥٢	٤٤,١٪
سلوفنيا	١	٦٣٢	–	–	٣٩,٥٪
أسبانيا	٩	٧١٢٤	–	–	٣٤,١٪
السويد	١٢	١٠٠٠٢	–	–	٤٦,٦٪
سويسرا	٥	٣٠٥٠	–	–	٣٩,٩٪
المملكة المتحدة	٣٥	١٢٩٠٨	–	–	٢٥٪
أوكرانيا	١٦	١٣٦٢٩	٥	٤٧٥	٣٧,٨٪
الولايات المتحدة	١١٢	١٠٠٦٣٠	١	١١٦٥	٢٢,٥٪

ويوجد حاليا مفاعلات قدرتها ١٣٥٠ مليون وات

الدول الحائزة على سلاح نووى

السنة	أسم الدولة الحائزة على سلاح نووى
١٩٤٥	الولايات المتحدة الأمريكية
١٩٤٩	الإتحاد السوفيتى
١٩٥٢	المملكة المتحدة
١٩٦٠	فرنسا
١٩٦٥	الصين
١٩٧٠	اسرائيل
١٩٧٤	الهند
١٩٧٩	جنوب أفريقيا
١٩٨٤	باكستان
١٩٨٩	أكرانيا
١٩٩٠	العراق
١٩٩٥	كوريا الشمالية

إذا استعرضنا الدراسات التي تمت في جمهورية مصر العربية، والتي ساهمت فيها مؤسسة الطاقة الذرية ووزارات الكهرباء والبترول والري والتخطيط، وعدد كبير من أساتذة الجامعات والعلماء والمتخصصين، أدركنا الحاجة الملحة للطاقة النووية. كما أن الاستهلاك يتضاعف بزيادة السكان. وقد يصل احتياج مصر من الطاقة إلى ما يقرب من مائة مليار كيلووات في عام ٢٠٠٠. ومع الإسراف في استهلاك الطاقة وتناقص المصادر التقليدية التي تساهم في تلوث البيئة، يجعل الاعتماد على الطاقة النووية واللحاق بركب الدول التي سبقتنا إليها أمرا ملحا وحتميا.

وهناك جهود ملموسة تبذل منذ عشرات السنين في هذا المجال. ففي عام ١٩٥٥، صدر القرار الجمهوري رقم ٥٠٩ بتأسيس لجنة الطاقة الذرية. وخصصت لها في ذلك الوقت بعض وحدات بالمركز القومي للبحوث بالدقي.

وبعد عامين فقط وبناء على القرار الجمهوري رقم ٢٨٨ تم تحويلها إلى مؤسسة الطاقة الذرية .

وتشمل أقسام مؤسسة الطاقة الذرية ،المفاعلات النووية، والهندسة والأجهزة العلمية. والنظائر المشعة وتطبيقاتها، وأقسام الكيمياء النووية والجيولوجيا والخامات الذرية وأقسام الوقاية والدفاع المدني. هذا بالإضافة إلى أقسام الرياضة والفيزياء النظرية والطبيعة النووية التجريبية. أما المعامل فقد تم تأسيسها في أنشاص كمرحلة تمهيدية لإعداد الكوادر الفنية والعلمية.

ومع زيادة نشاط المؤسسة صدر قرار بتحويلها إلى هيئة الطاقة الذرية. وهي تضم الآن أربعة مراكز بحوث هي مركز البحوث النووية، والمركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع، والمركز القومي للأمان النووي والرقابة الإشعاعية، ومركز معالجة النفايات المشعة.

وفـى عـام ١٩٨١ تم التعـاقد مـع دول فرنسـا وكنـدا وألمانيـا وإنجلـترا والولايات المتحدة الأمريكيـة للتعـاون فـى مجـال العلـوم والتكنولوجيـا النوويـة، والحصـول علـى اليورا نيـوم الـلازم للبرنـامج النـووى المصـرى. وتم بـالفعل طرح المناقصات الدولية لإقامة محطـة نوويـة لتوليـد الكـهرباء.

وفـى أبريـل عـام ١٩٨٦ حـدث الانفجـار المـروع للمفـاعل النـووى السوفيتى فى تشـيرنوبل، أعقبـه مـا يعـرف بحادثـة وحـدة الكوبـالت -٦٠ المشـع بجامعة القاهرة، خلال الأسـبوع الأخير مـن شـهر مـايو عـام ١٩٨٦. الأمـر الـذى أدى إلى التفكير فى إلغـاء البرنـامج النـووى المصـرى.

ومـع بدايـة عـام ١٩٩٨، جـاء إفتتـاح مفـاعل أنشـاص التجريبـى الثـانى بارقـة أمـل للإسـتفادة مـن منجـزات العصـر وتوليـد النظـائر لإسـتخدامها فـى الزراعـة والصناعـة والطـب والبحـوث العلميـة. وتحليـة ميـاه البحـر، وإعـداد كـوادر مؤهلـة علميـا وعمليـا للتوسـع فـى التكنولوجيـات المرتقبـة فـى القـرن القـادم.

وتبلـغ طاقـة المفـاعل النـووى الجديـد ٢٢ ميجـا وات ويتـم تأسيسـه بالتعـاون مع الأرجنتين. وقد تبنـت وكالـة الطاقـة الذريـة إنشـاء نظـام المعلومـات النـووى الـدولى (INIS).حيـث يتـم جمـع وتصنيـف المعلومـات المتعلقـة بالطاقـة الذريـة. ثـم تخـزن فـى الحاسـب الآلى علـى شـكل قواعـد معلومـات يمكـن اسـترجاعها والاسـتفادة منـها. ويوجـد حاليـا أكـثر مـن سـبعين دولـة و ١٤ منظمـة دولية تشـترك فى هـذا النظـام الـذى يسـتوعب أكـثر مـن ٩٥٪ مـن جميـع المـواد المنشـورة فـى مجـال الطاقـة الذريـة.

وتعـد عمليـة جمـع وتبـادل المعلومـات المتعلقـة باسـتخدام الطاقـة الذريـة السلمية مـن أهـم الخدمـات التـى توفرهـا الوكالـة للـدول الأعضـاء.وهـى تملـك فـى هـذا الشأن عـددا مـن مصـادر المعلومـات، مثـل المكتبـة والوسـائل السـمعية والبصـر يـه، ومكتبـة الأفـلام المصغـرة. (MICROFILM).

ولتقريب الهوة بين الدول المتقدمة ودول العالم الثالث في مجال العلوم والتقنية، تتبنى الوكالة مراكز علمية للعلوم الأساسية التي تخدم التقنيات المتقدمة يدعمها عدد من المنظمات الدولية. ويتم تشغيل هذه المراكز بجهد مشترك بين وكالة الطاقة الذرية ومنظمة يونسكو، لتوفير فرص البحث العلمي لأبناء الدول النامية في جو علمي متقدم.

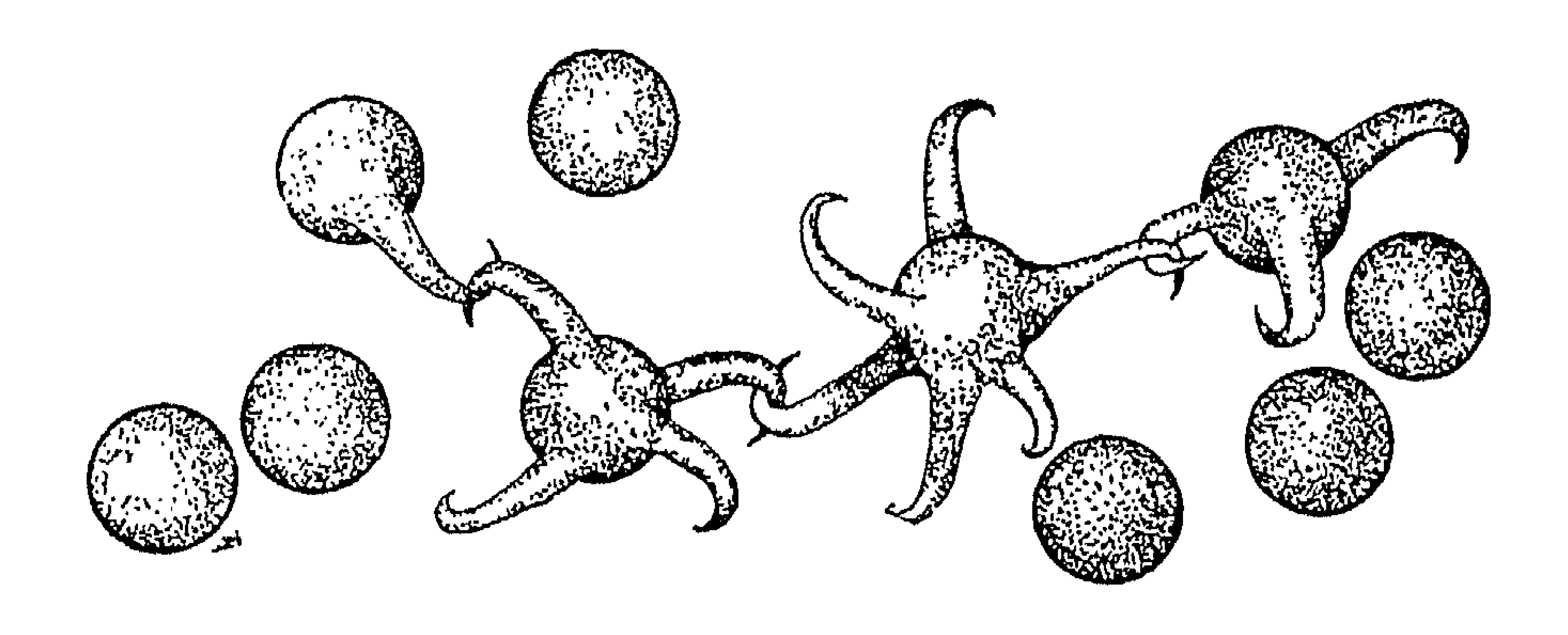
القصة لم تنته بعد

ألا إن القصة قد أوشكت على نهايتها. وإن كان العصر الذرى لم يترقرق في سماه سوى شمس ضحاه. فهلا أجبنا الآن على سؤال طاليس؟ وهل توصل الإنسان فعلاً إلى معرفة لبنات البناء النهائية لهذا الكون؟

بعد تحطيم الذرة ،واكتشاف الإلكترون والبروتون والنيوترون، ساد الاعتقاد آنذاك أن الذرة قد كشفت عن وجهها النقاب، وأطلت علينا بوجه سافر وأنه ليس هناك من جديد.

وفي عام ١٩٦٩ ،أكدت التجارب أن البروتونات والنيوترونات ليست هي لبنات البناء الأولية، بل هي في الحقيقة تتألف من جسيمات أصغر من ذلك بكثير.

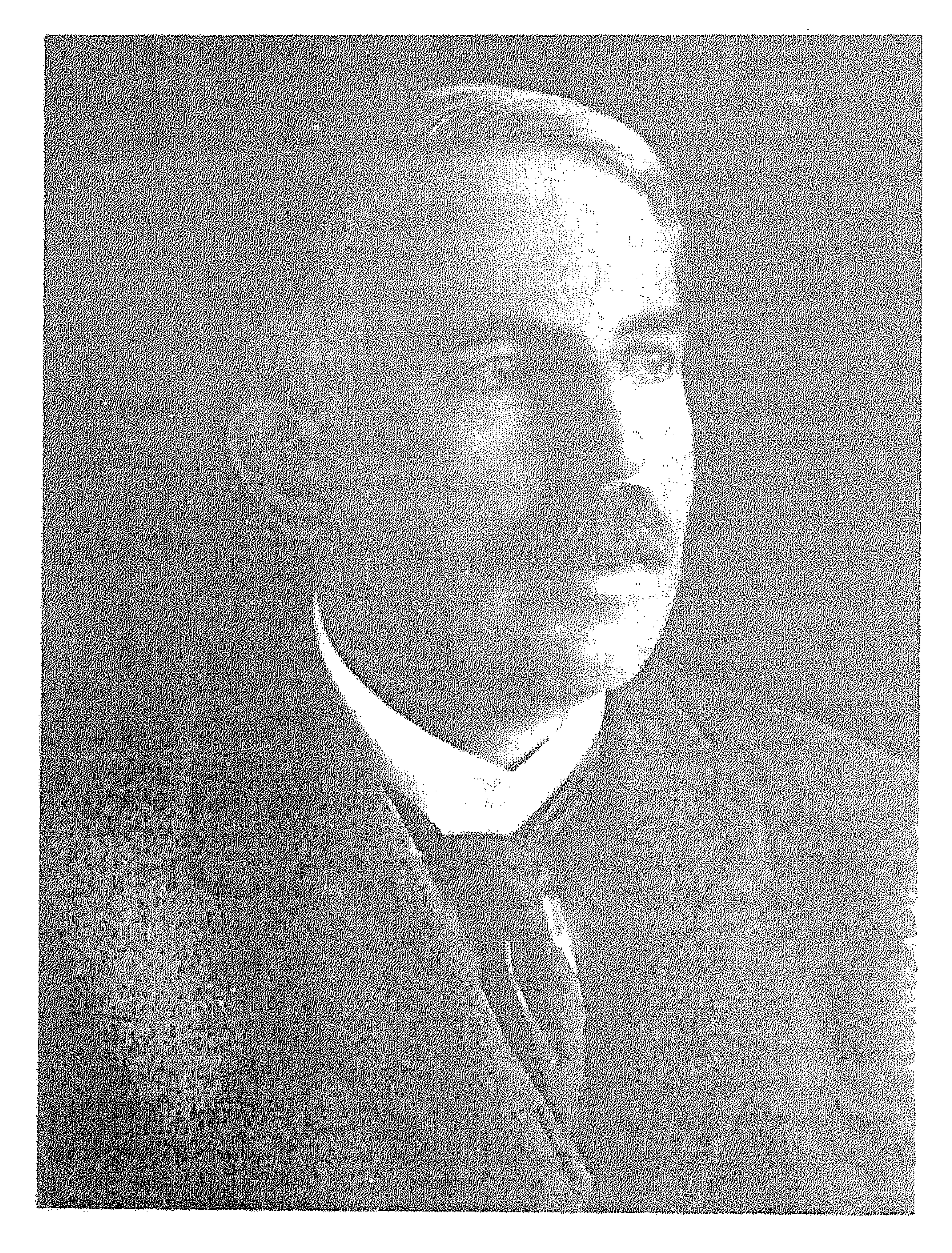
وعندما توغل العلماء في رحلتهم داخل المادة، اكتشفوا أن الرحلة لا تنتهي. فهناك عالم لا نهائي، يبدو لهم في الآفاق كظلمات في بحر لجي يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب. يطوى جسيمات غير مستقرة تتكاثر كما تتكاثر الكائنات الدقيقة. وهو أمر هام. وحديث شيق طويل سوف نتناوله بالإفاضة في كتاب مستقل من مسلسل "دنيا العلم".



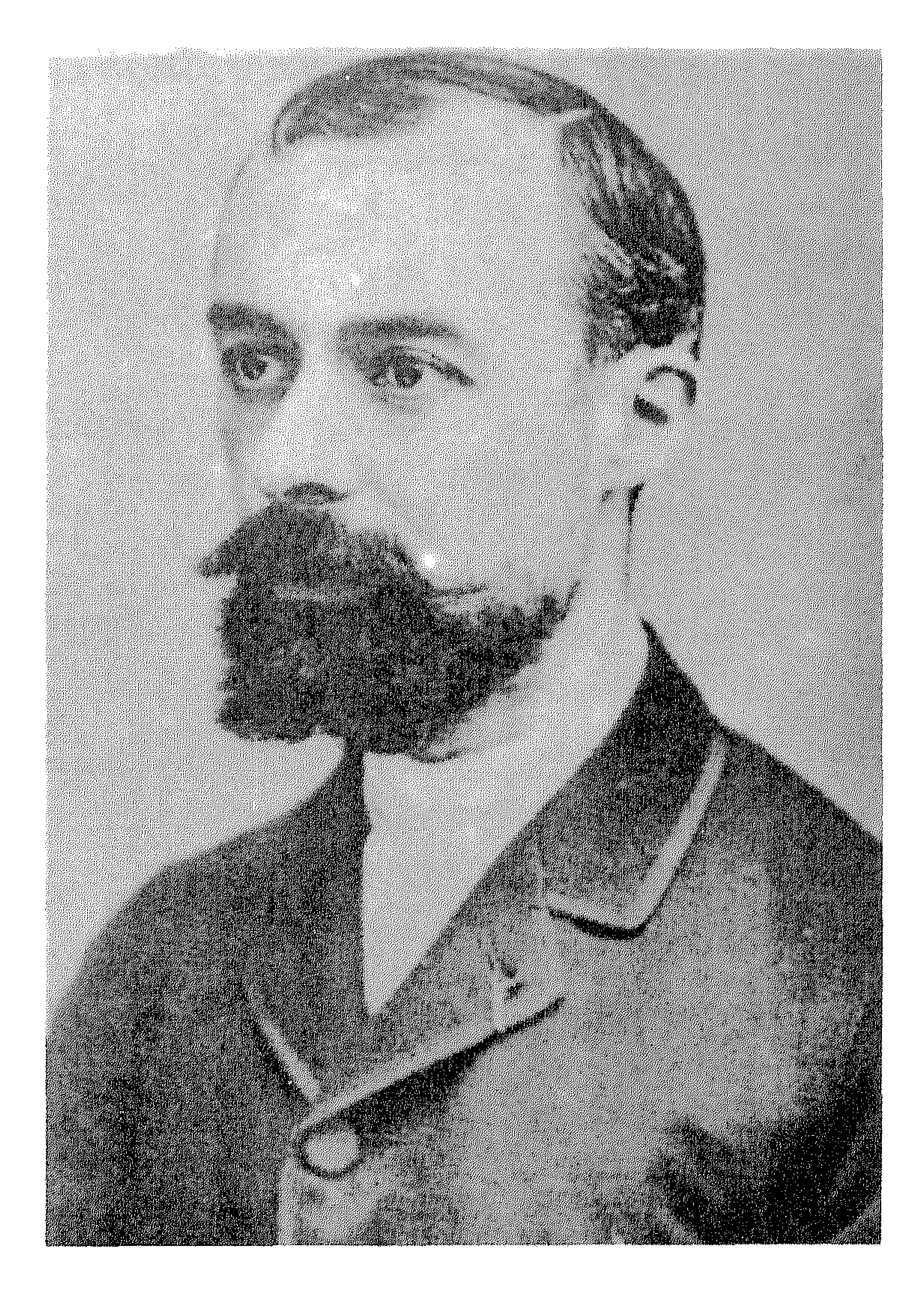
الذرة كما تصورها القدماء



جون دالتون



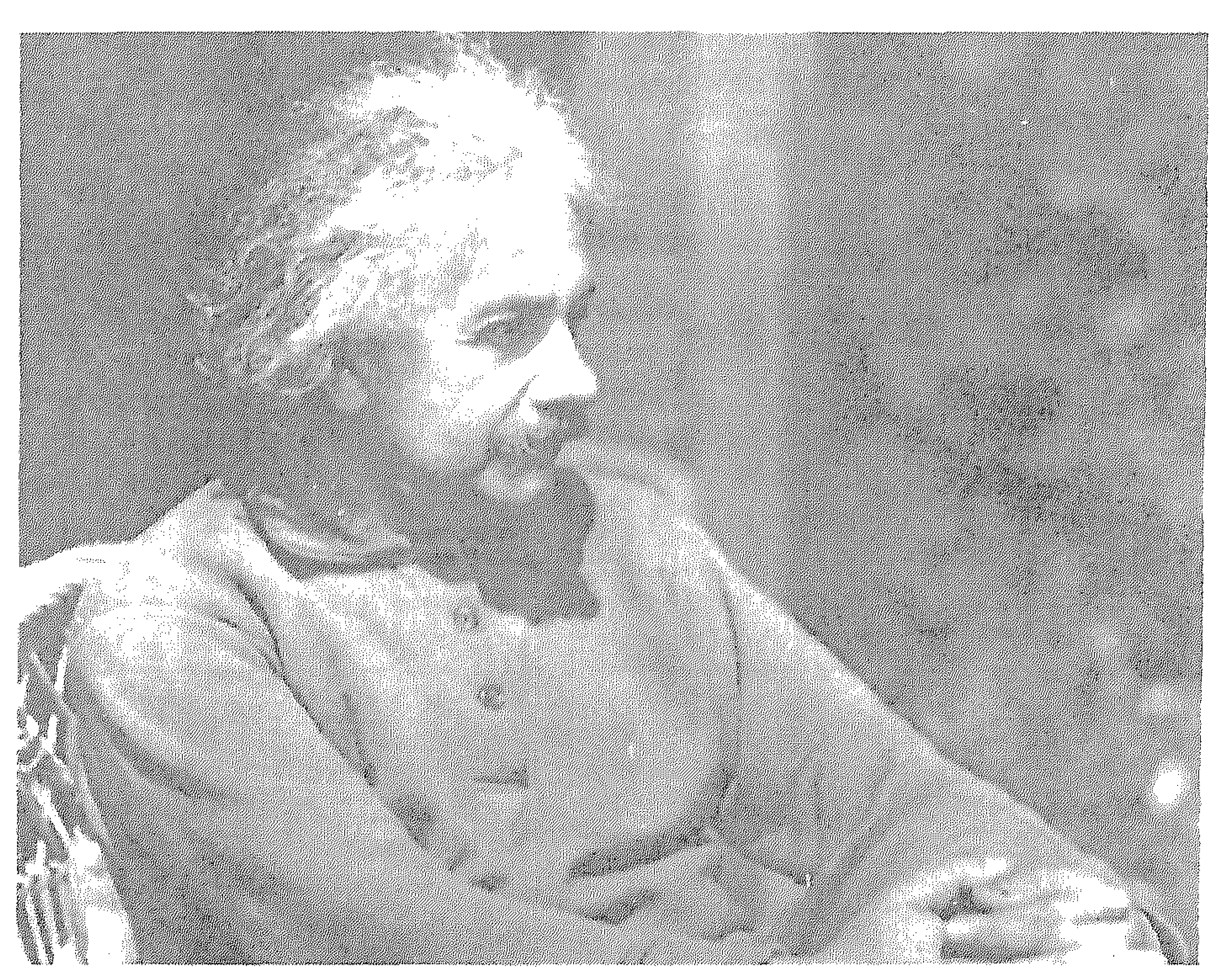
رزرفورد



هنری بکریل

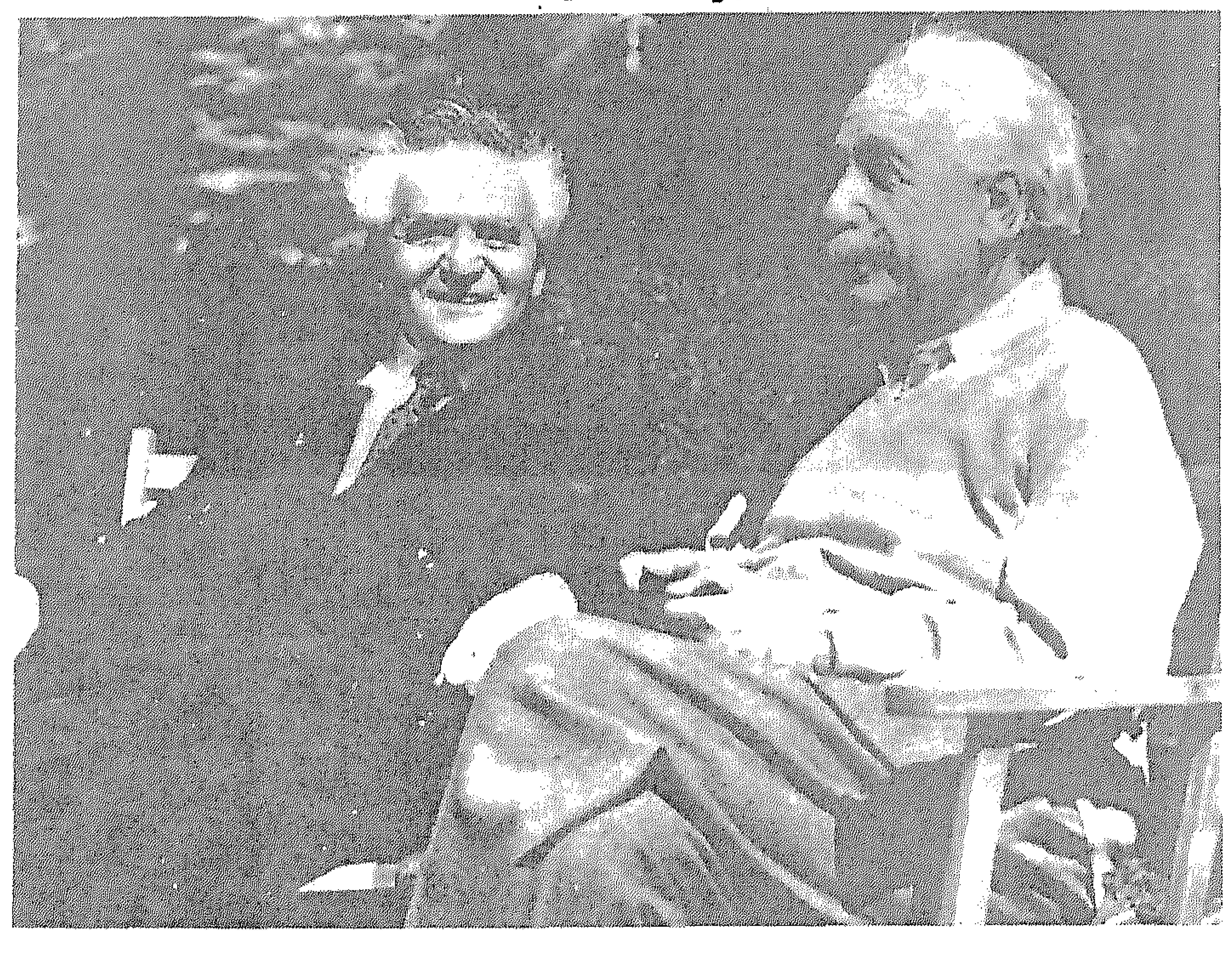


مدام كورى وزوجها فى المعمل

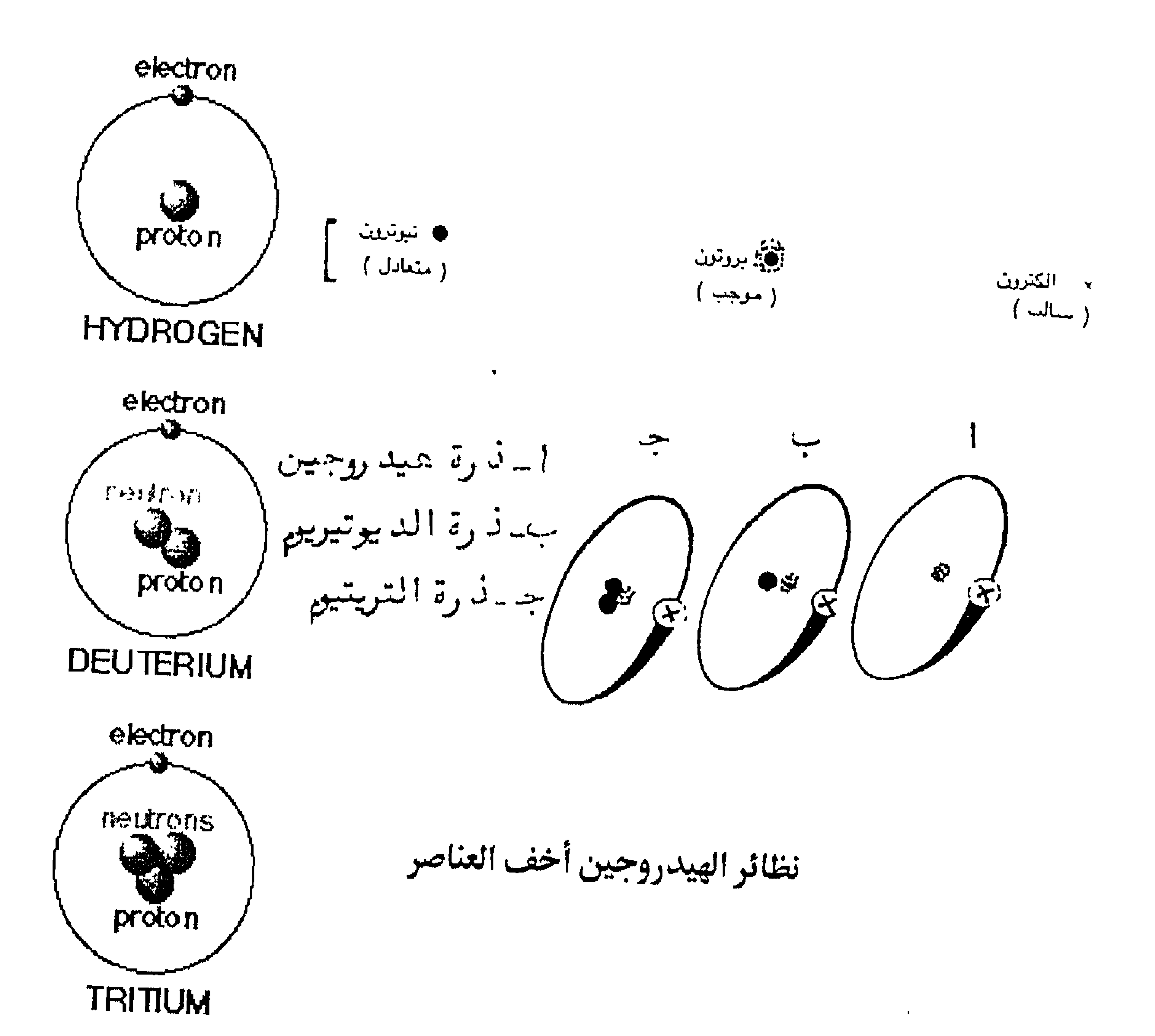


البرت اينشتاين

اشهر علماء القرن العشرين

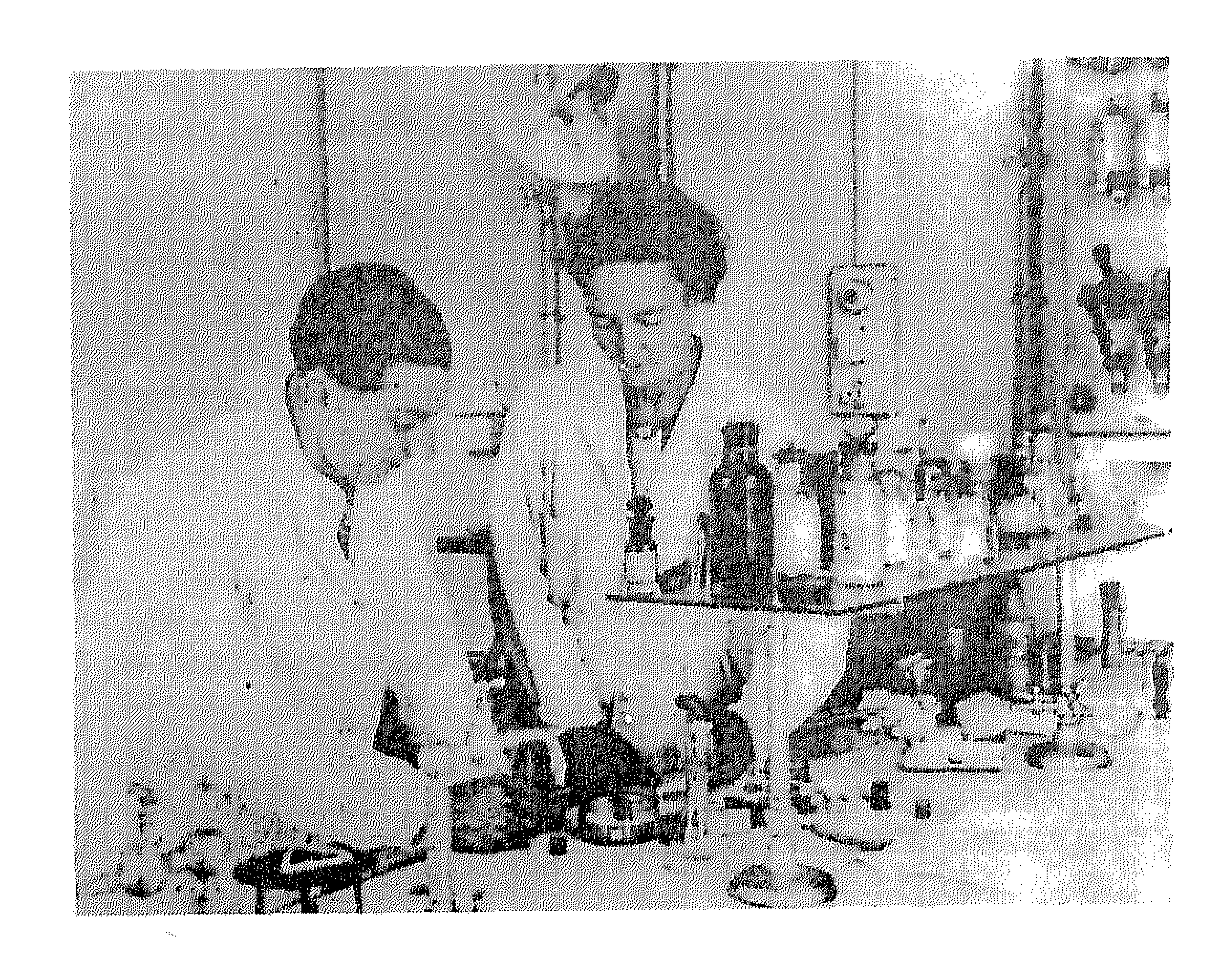


اينشتين مع بن جوريون

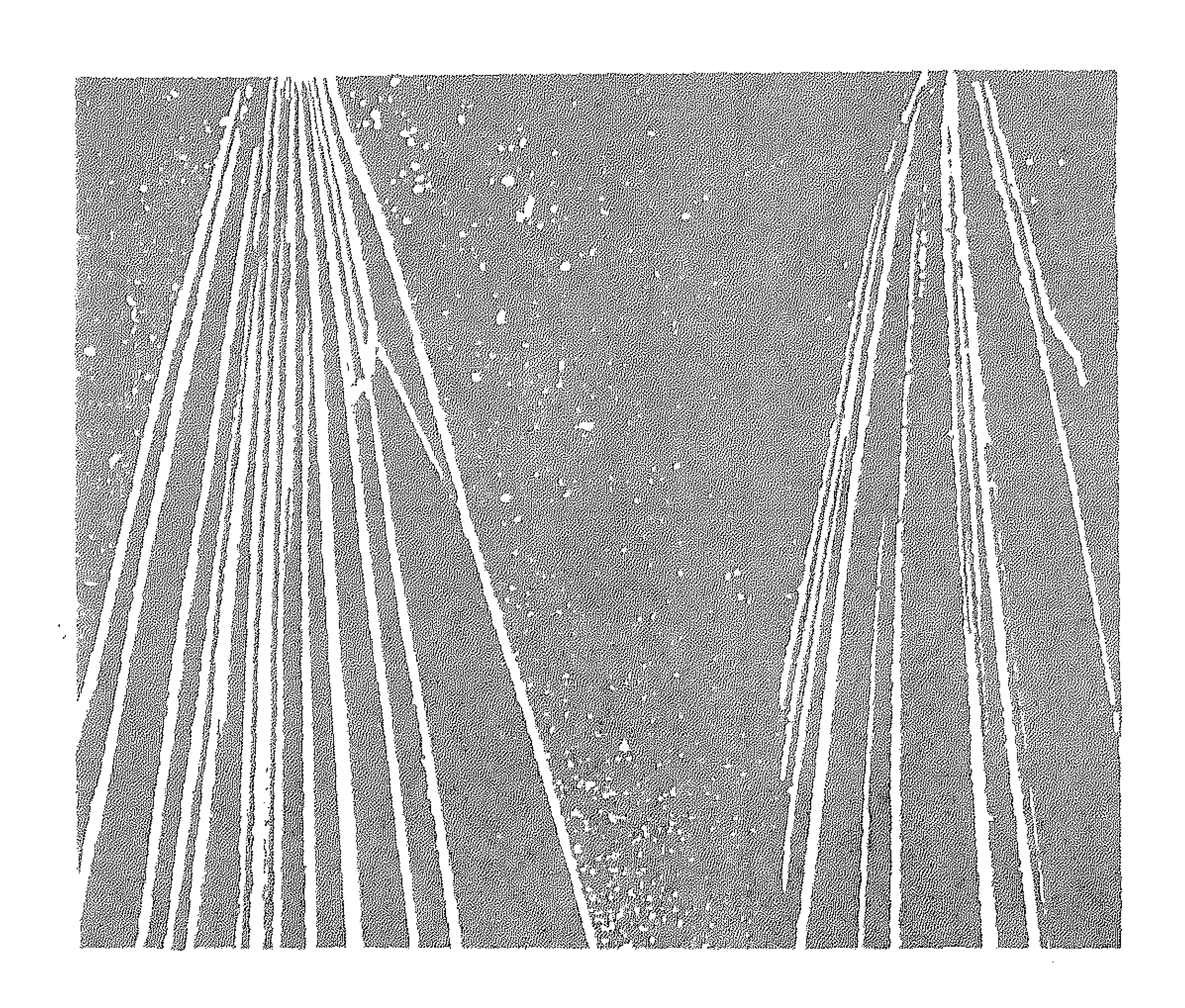


نظائر الهيدروجين أخف العناصر

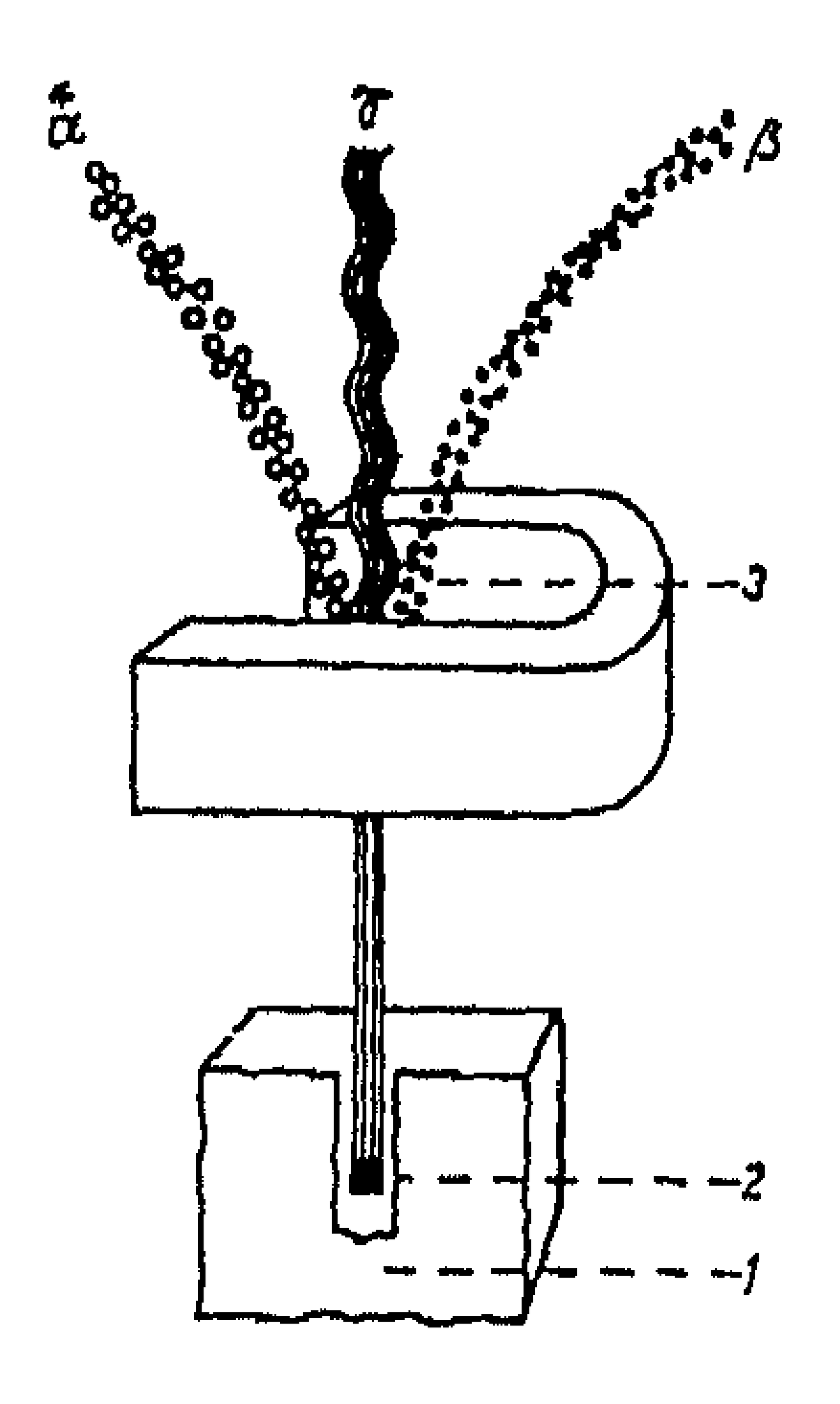
انريكو فيرمى يجرى حسابات الكتلة الحرجة



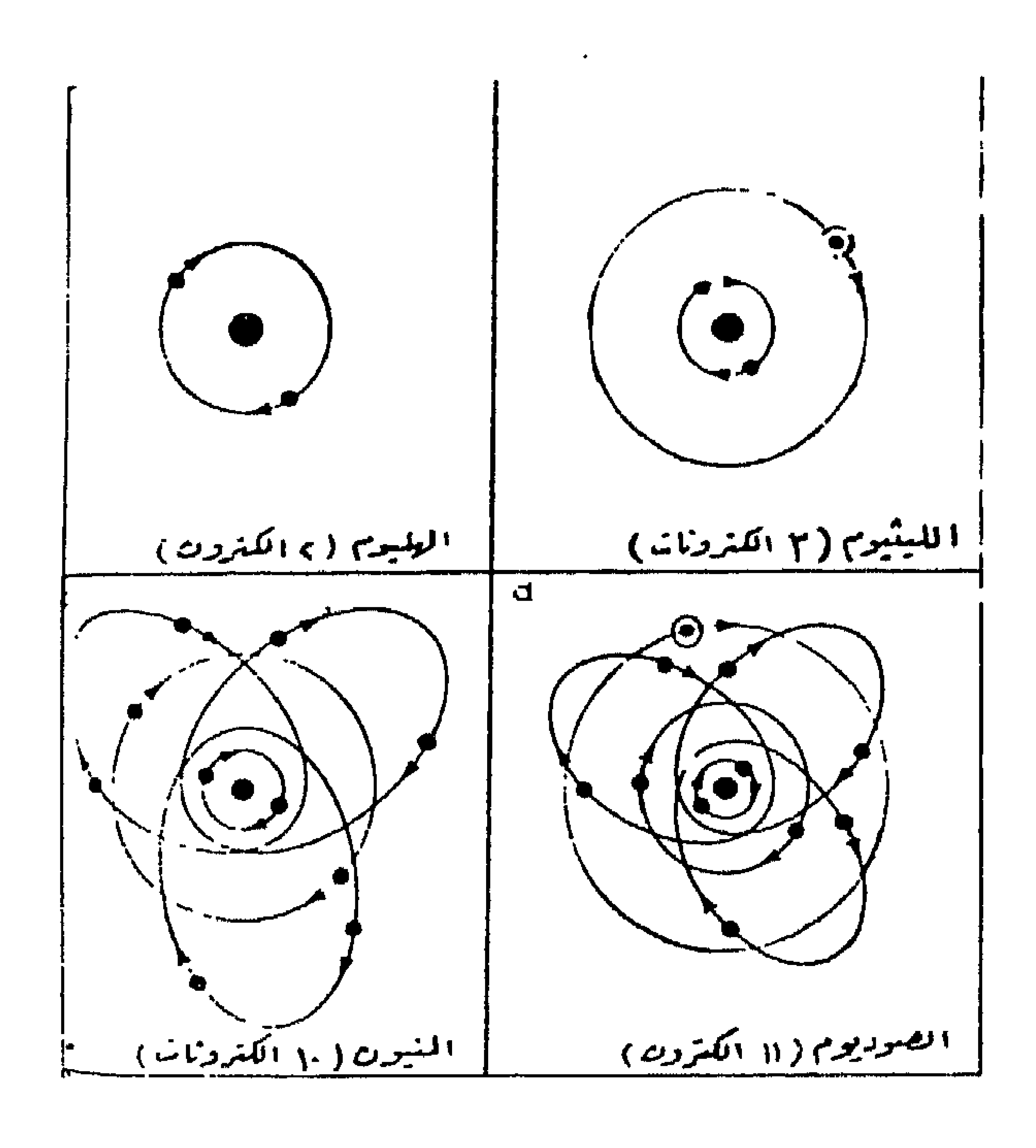
ايرين كورى وزوجها فريدريك جوليو

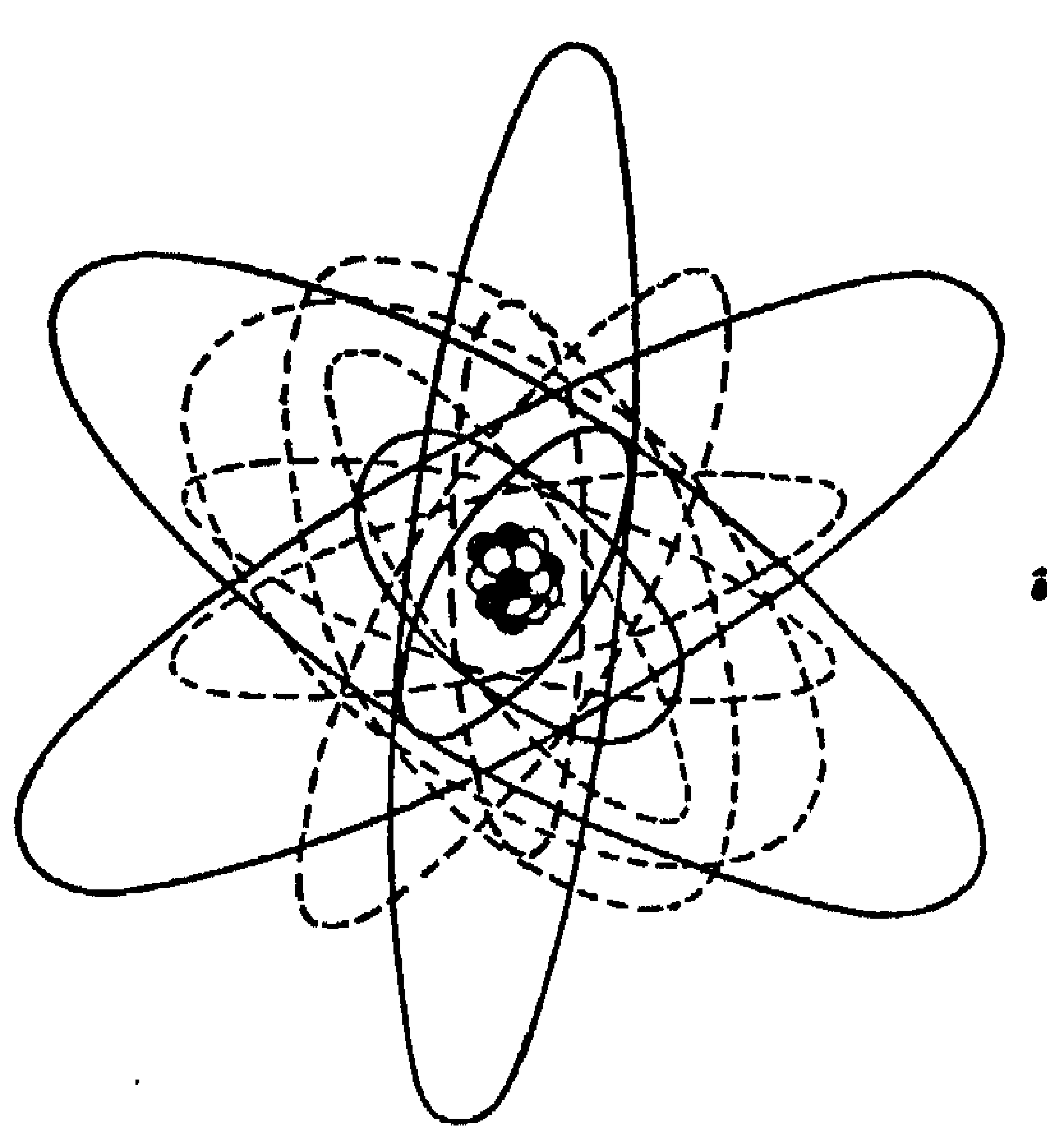


صورة فوتوغرافية لمسارات أشعة ألفا
مأخوذة من غرفة الضباب لويلسن

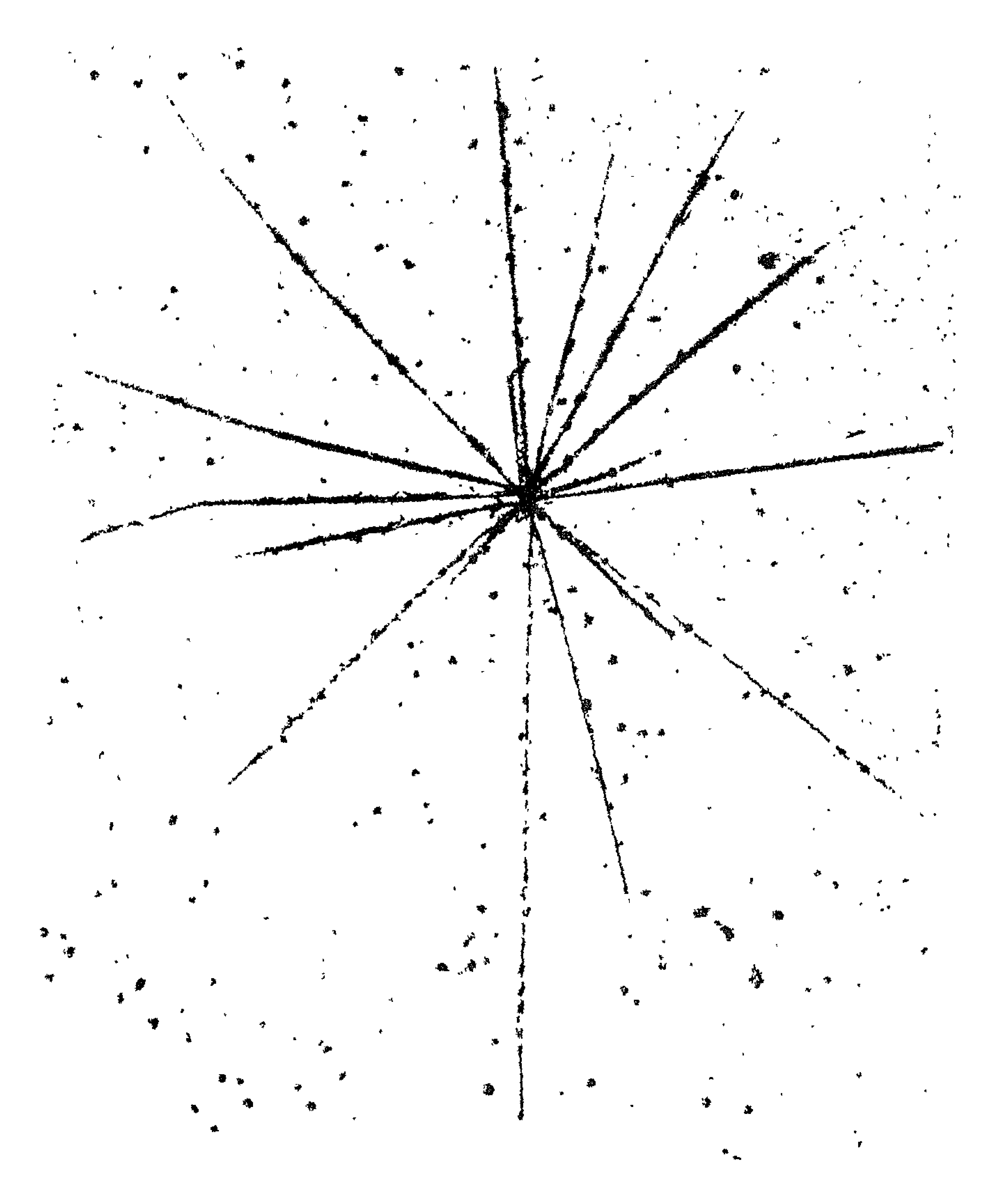


إشعاعات المواد المشعة :
١ — كتلة رصاص
٢ — راديوم
٣ — مجال مغناطيسى

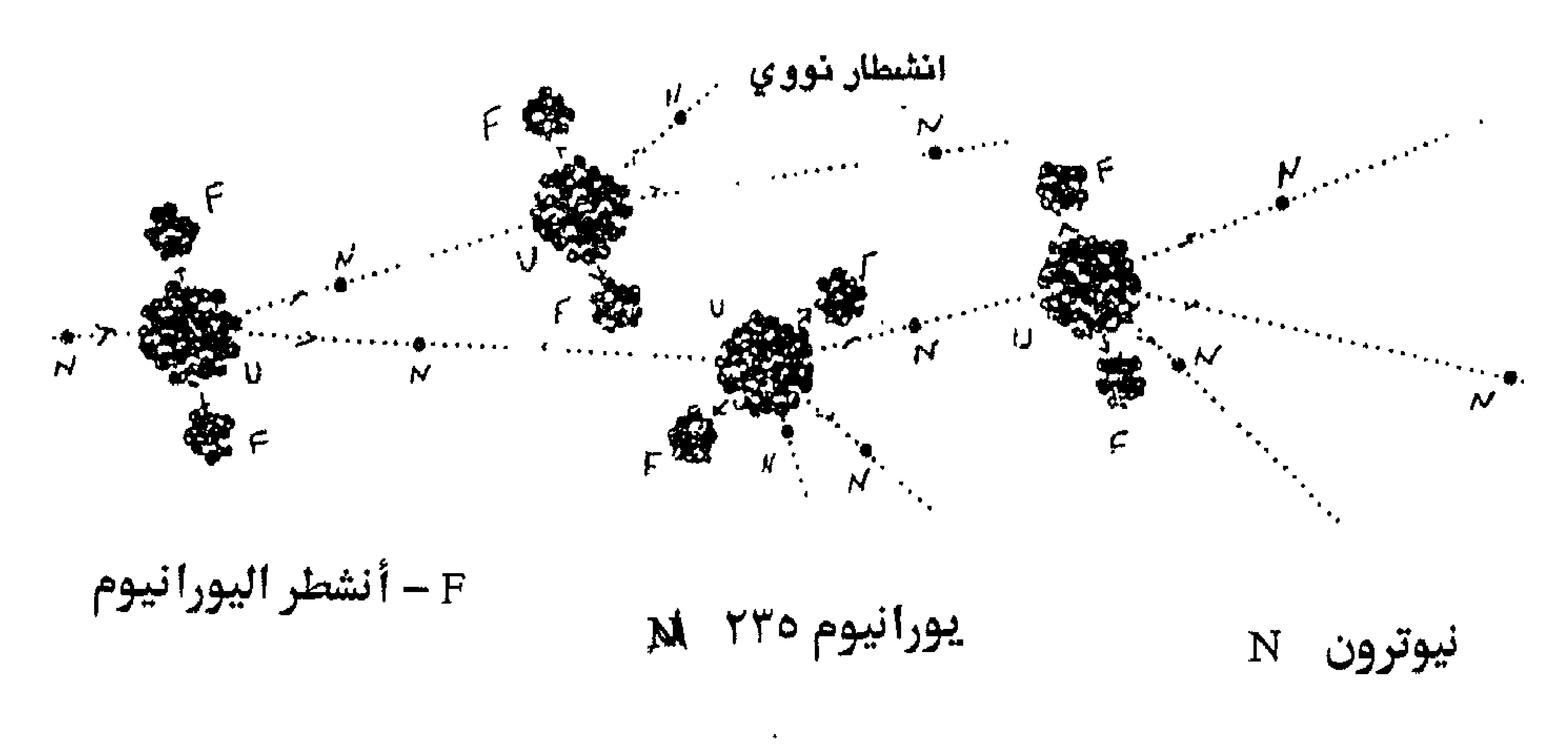




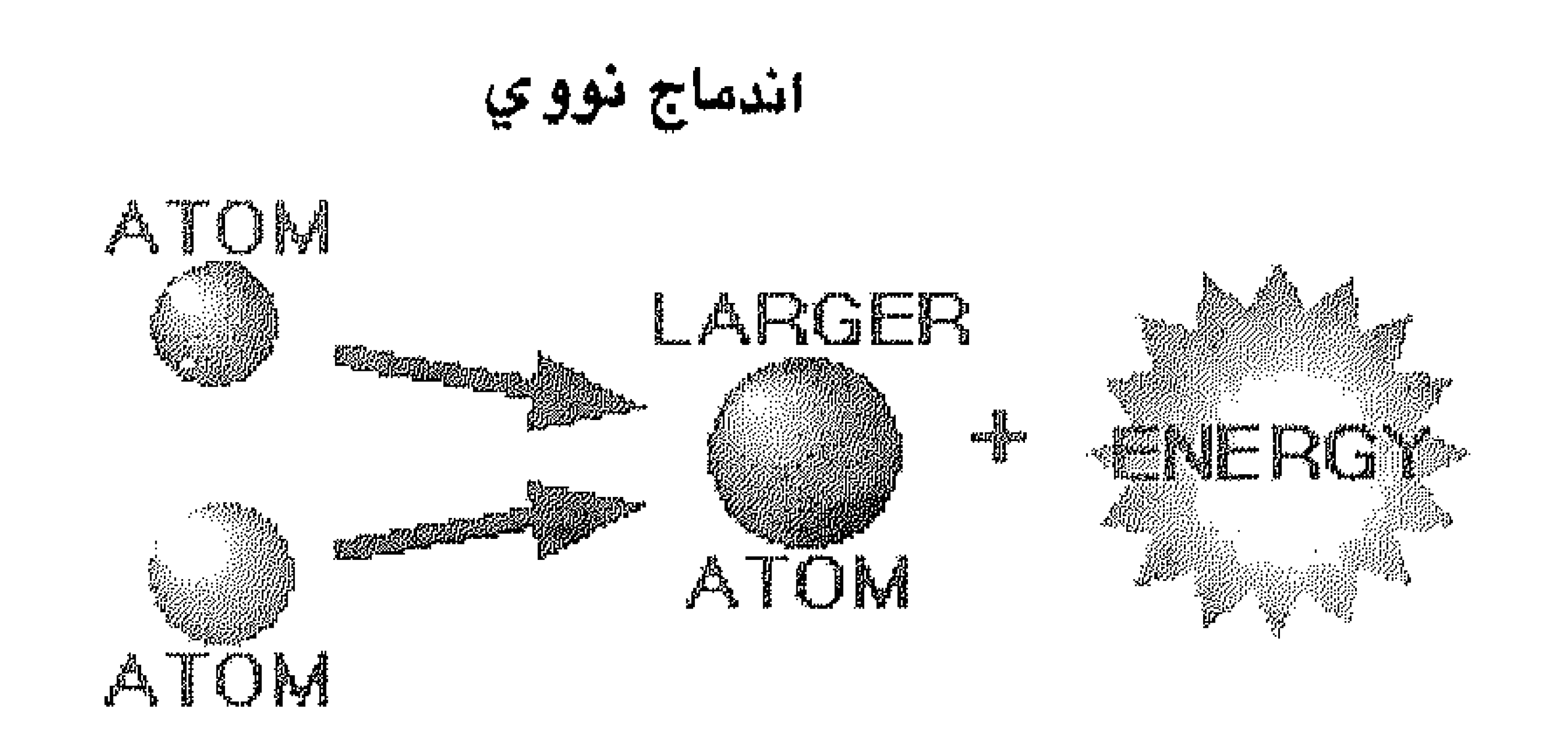
النواة والسحابة الإلكترونية للذرة

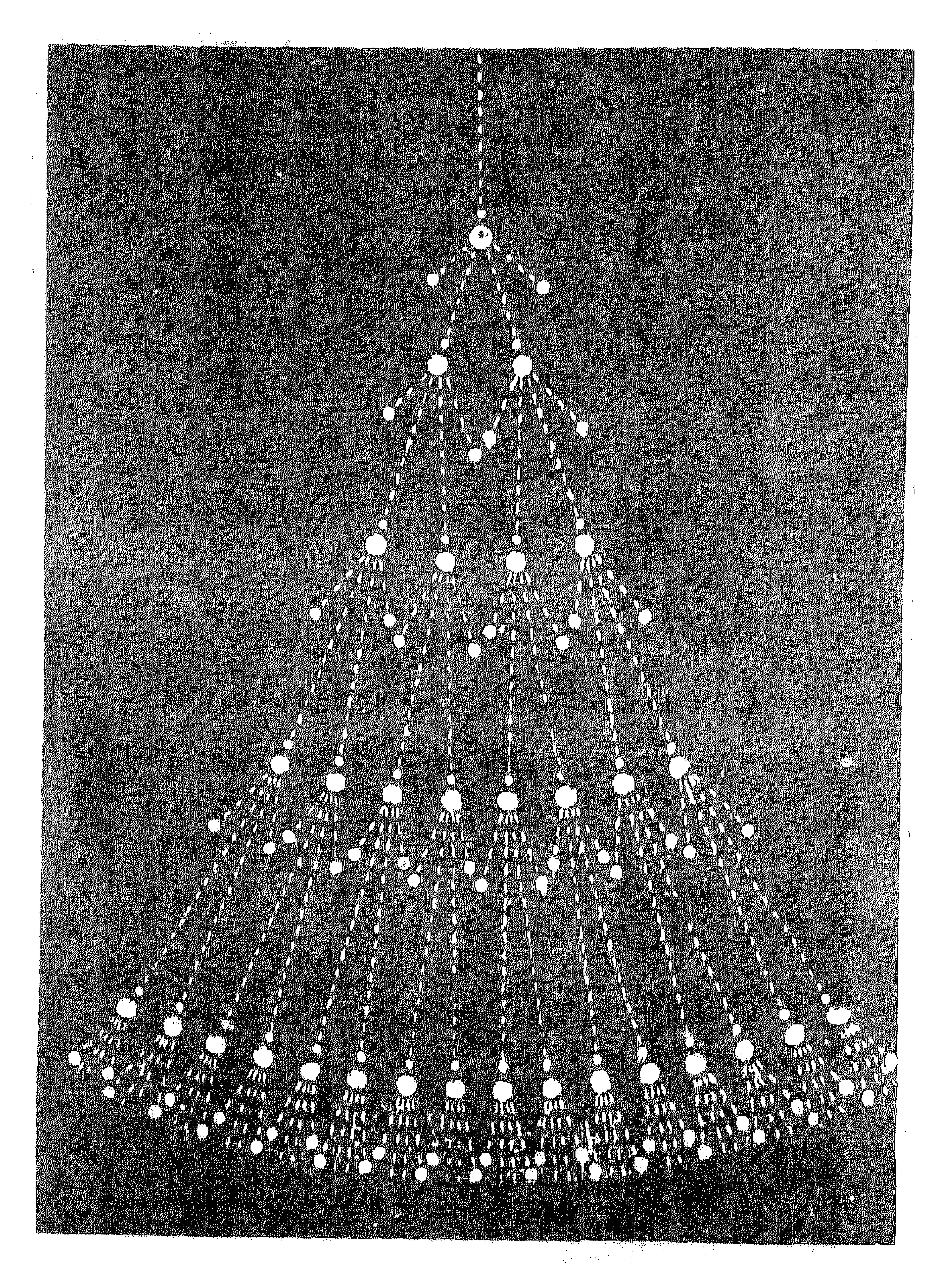


صورة توضح فعل نيوترون وقد اصطدم بذرة فنتج عن ذلك تفجير فى الذرة إلى ١٧ قطعة مختلفة تطايرت فأحدثت الخطوط التي نراها.

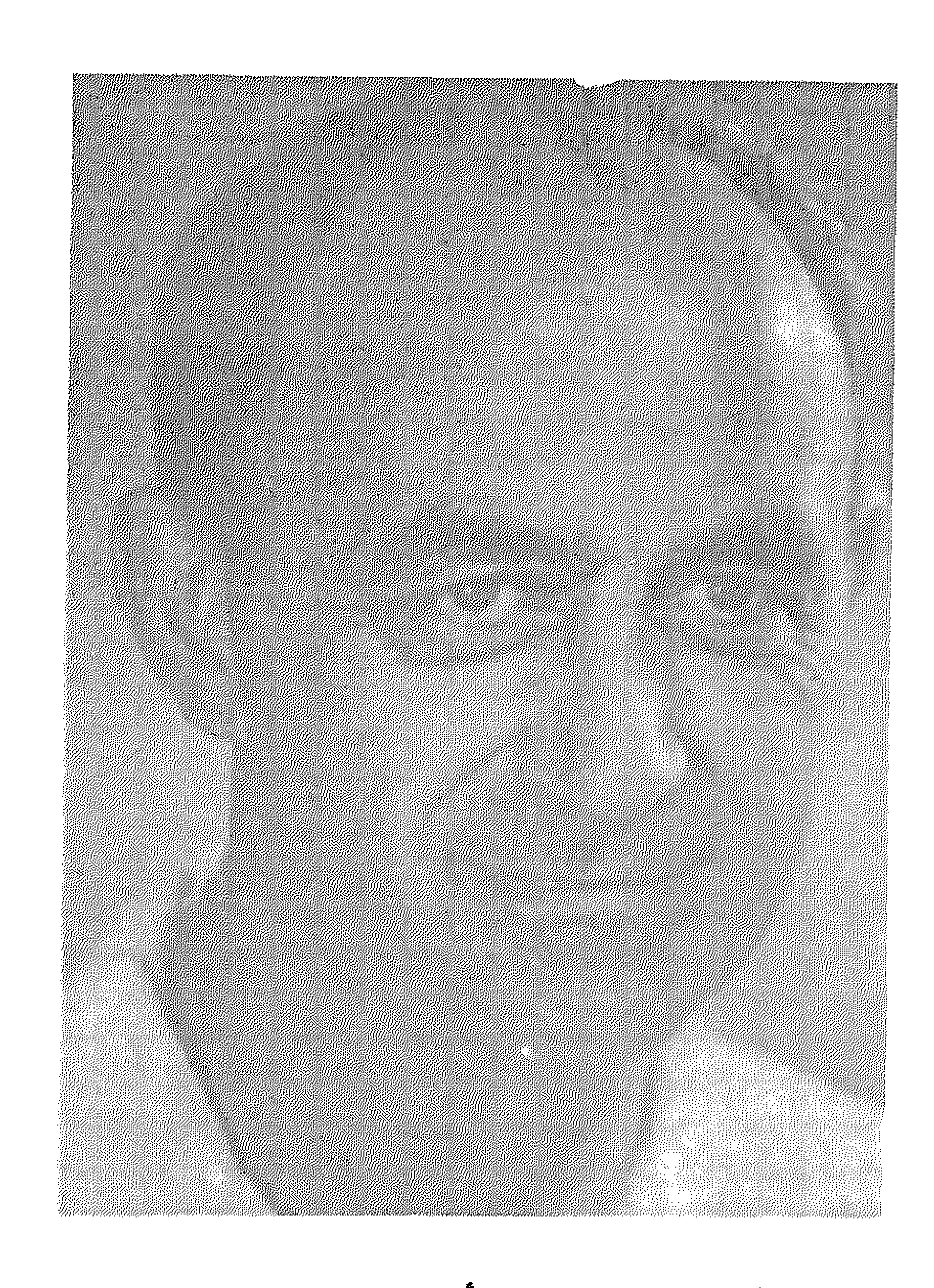


تسلسل عملية الانشطار النيوتروني لليورانيوم

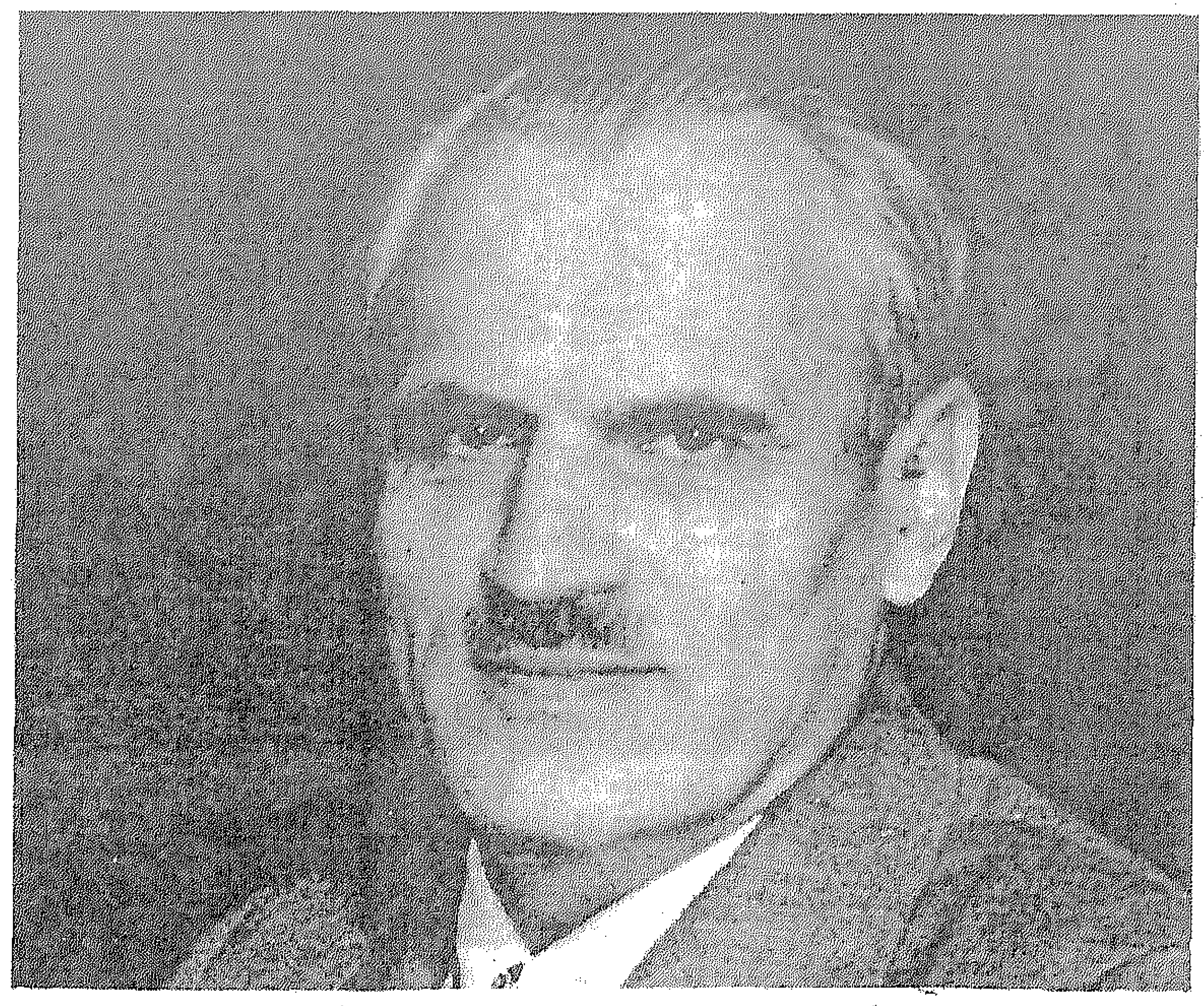




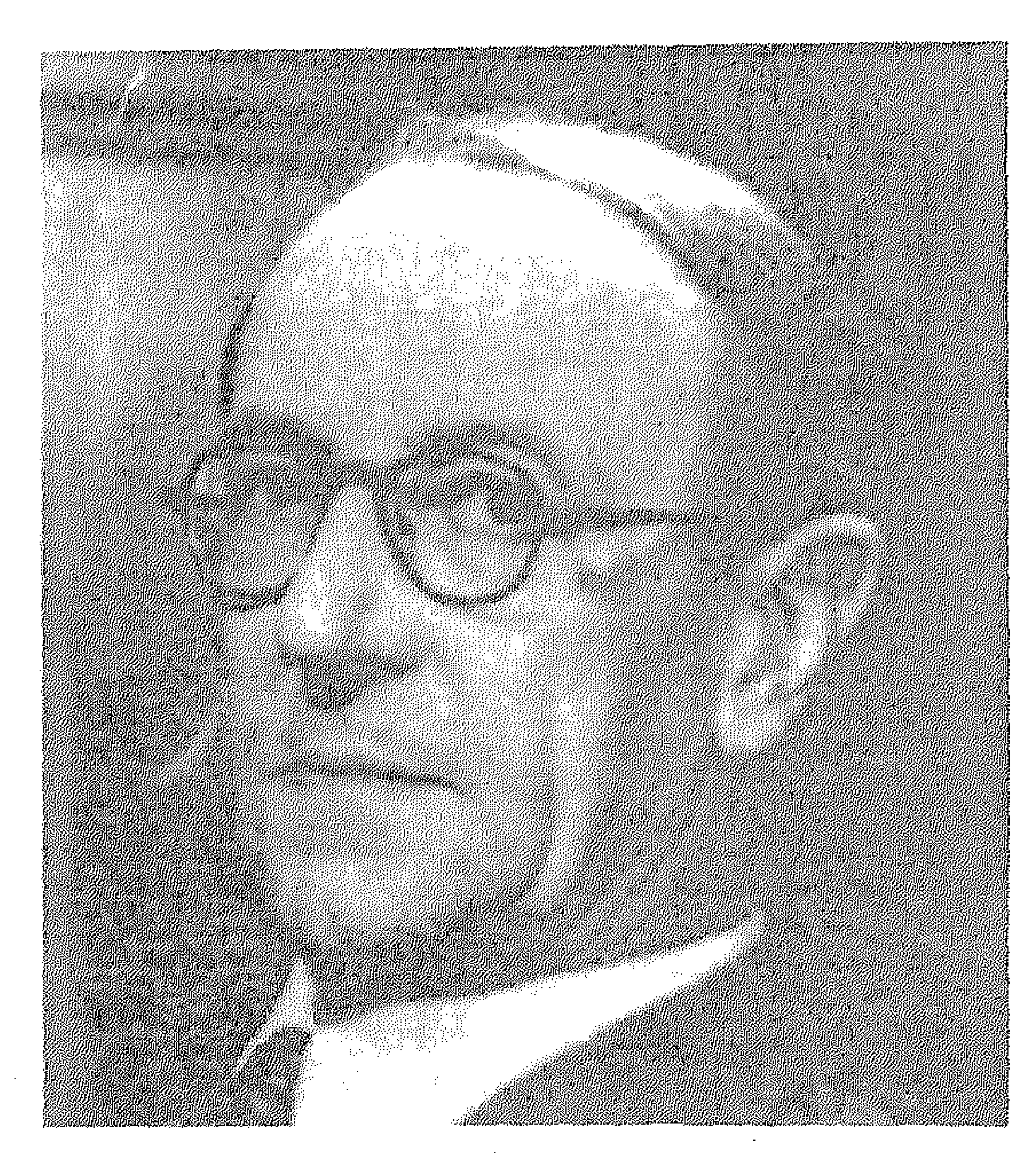
التفاعل المتسلسل



انريكو فيرمى المساهم الأكبر فى صناعة القنبلة الذرية

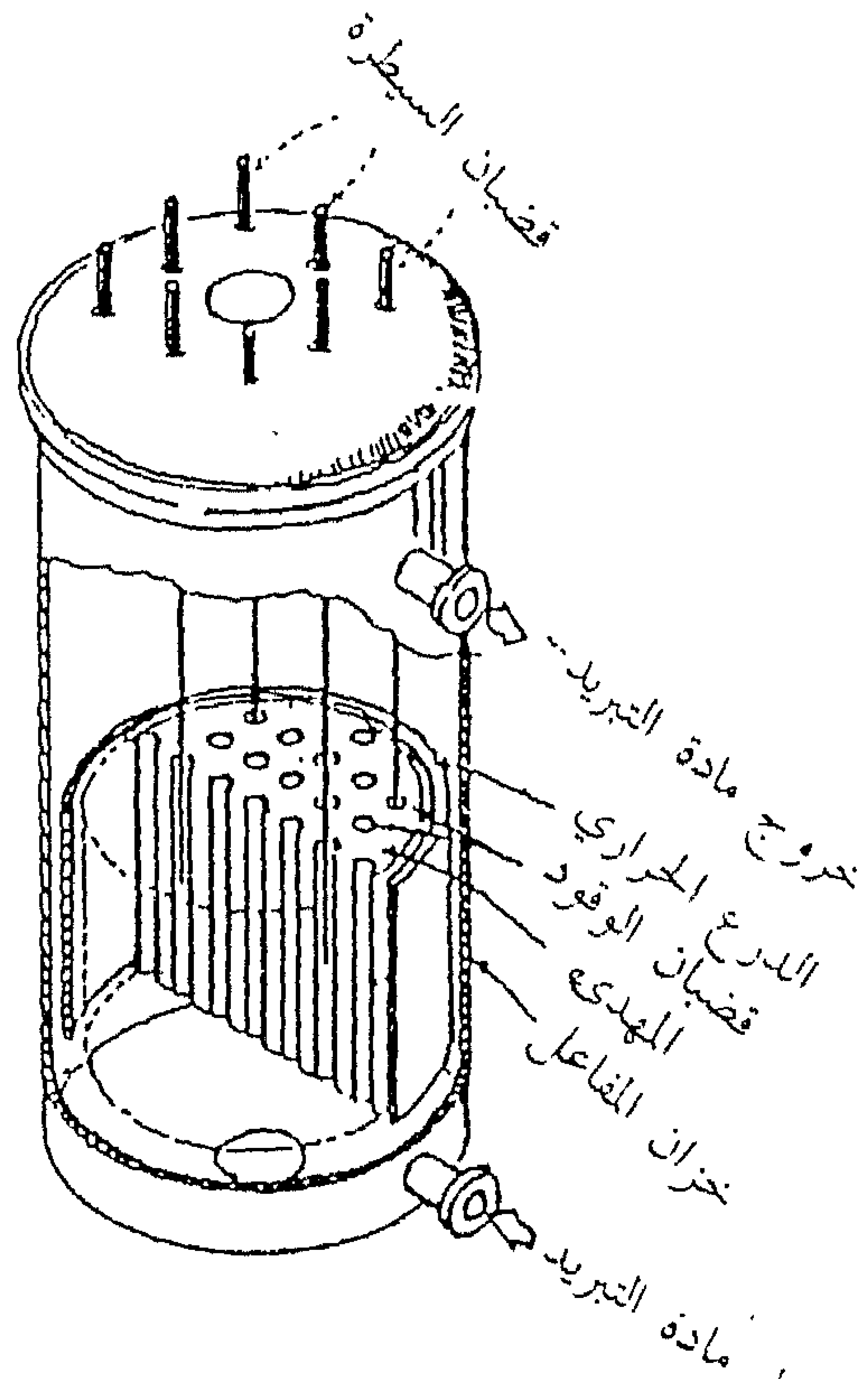


آرثر كومبتن مدير معامل البحوث
الذى أبلغ جيمس كونانت هاتفيا عن شروق شمس العصر الذرى



شادويك

مكتشف النيوترون

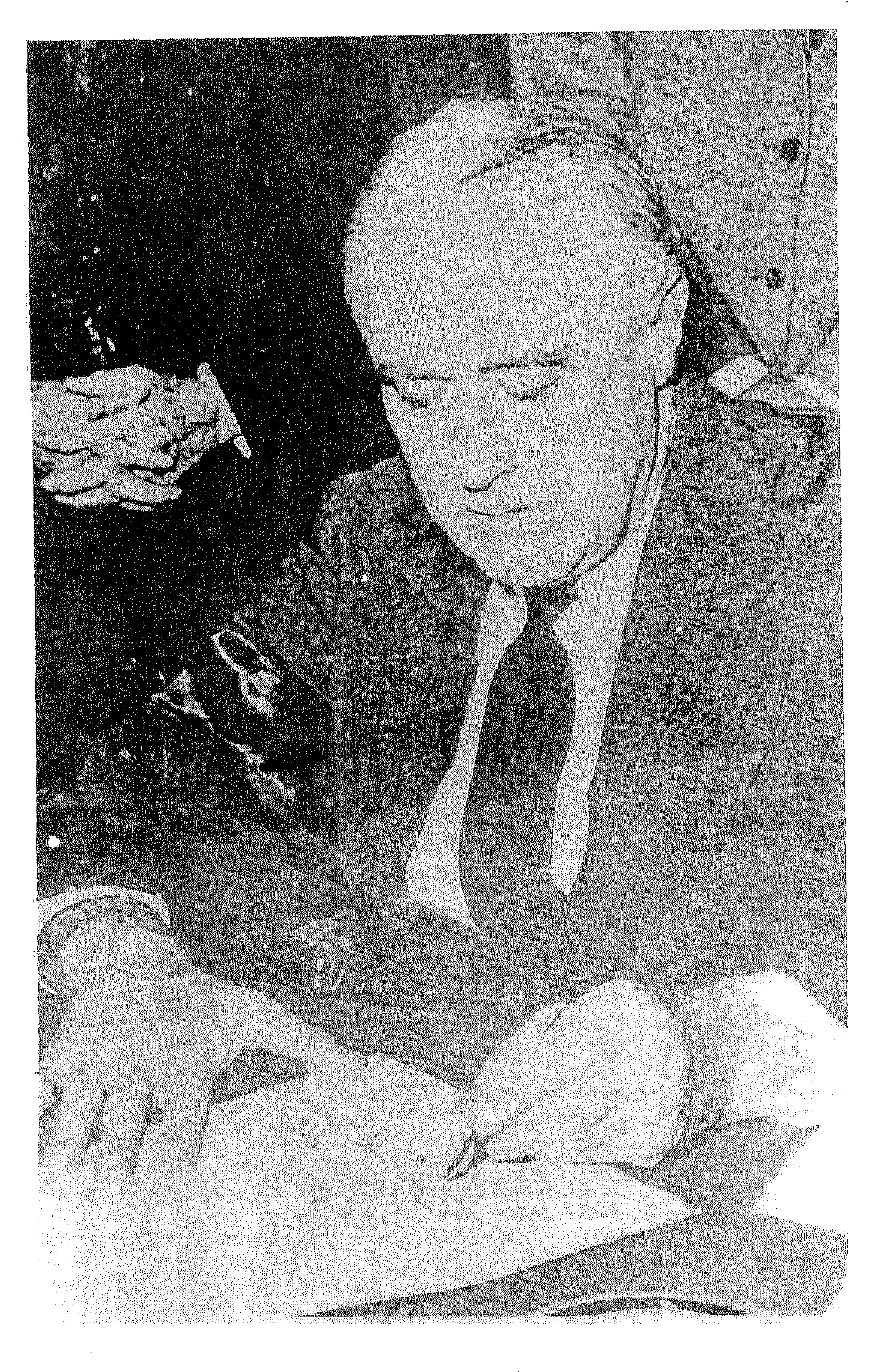


نموذج مبسط يوضح أجزاء المفاعل من الداخل

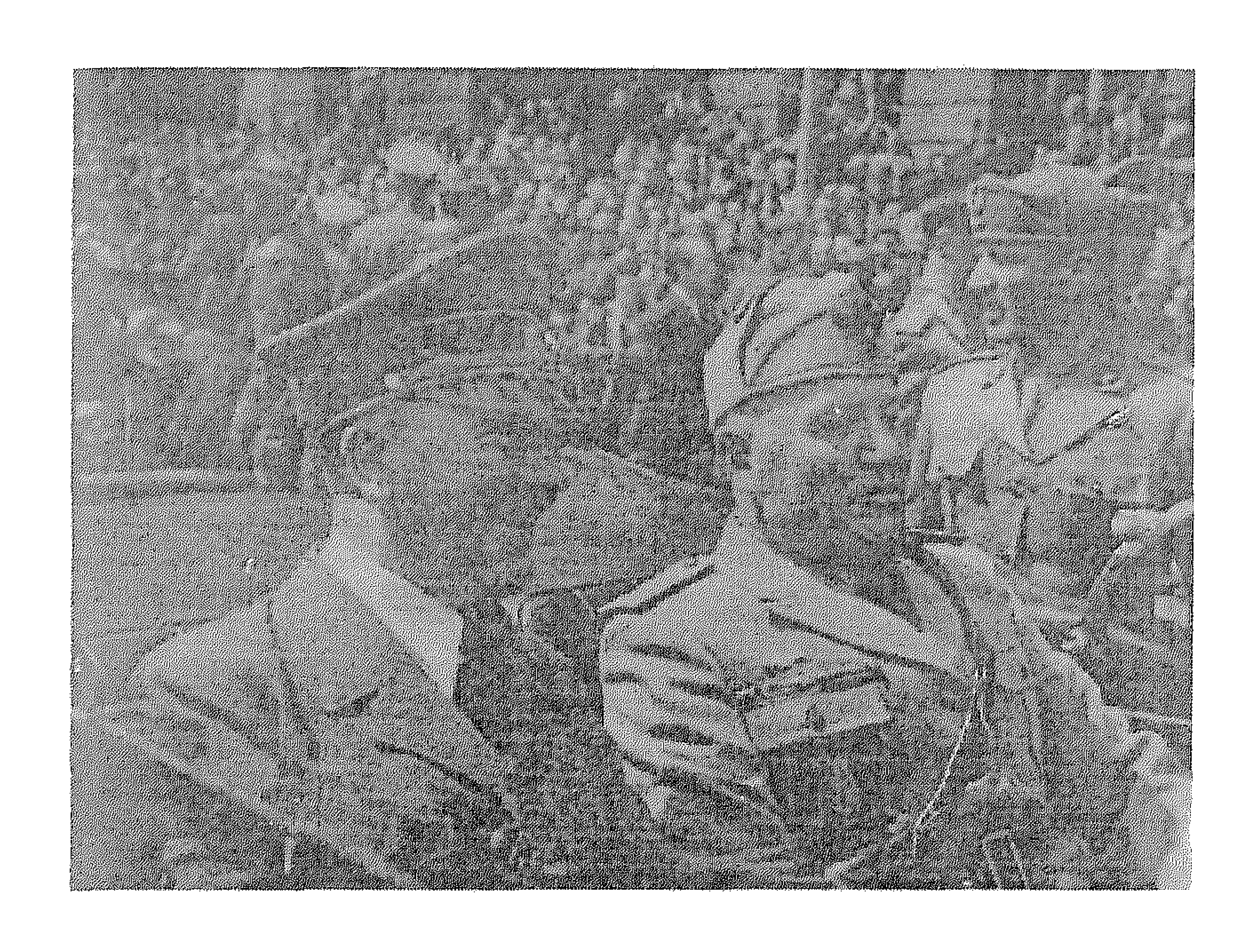


التخطيط لمشروع مانهاتن

ألبرت أينشتين وليو زيلارد



الرئيس الأمريكي فرانكلين روزفلت

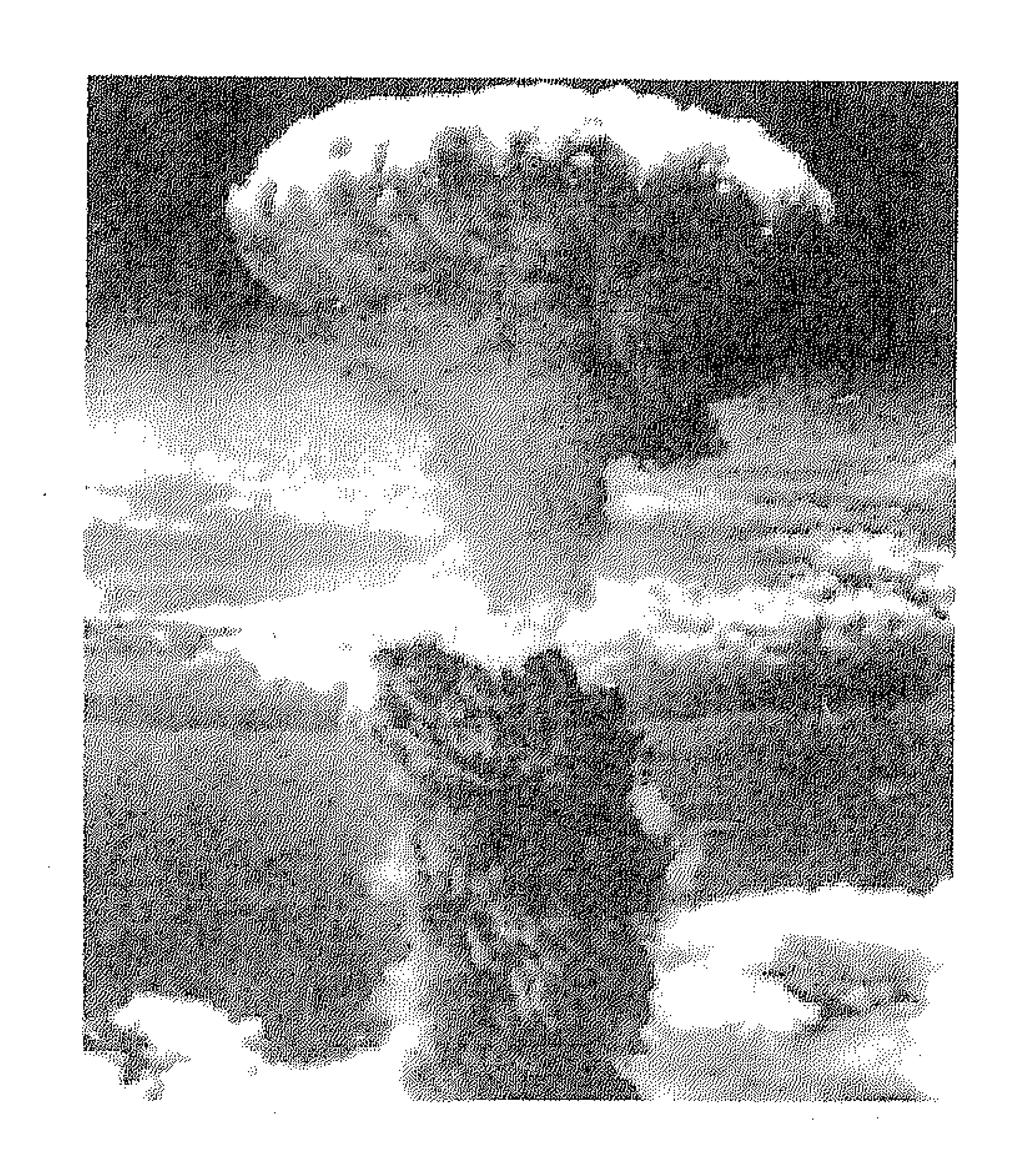


الرئيس الألمانى أدولف هتلر بمصاحبة الرئيس الايطالى بنيتو موسلينى
في ميونخ عام ١٩٤٠

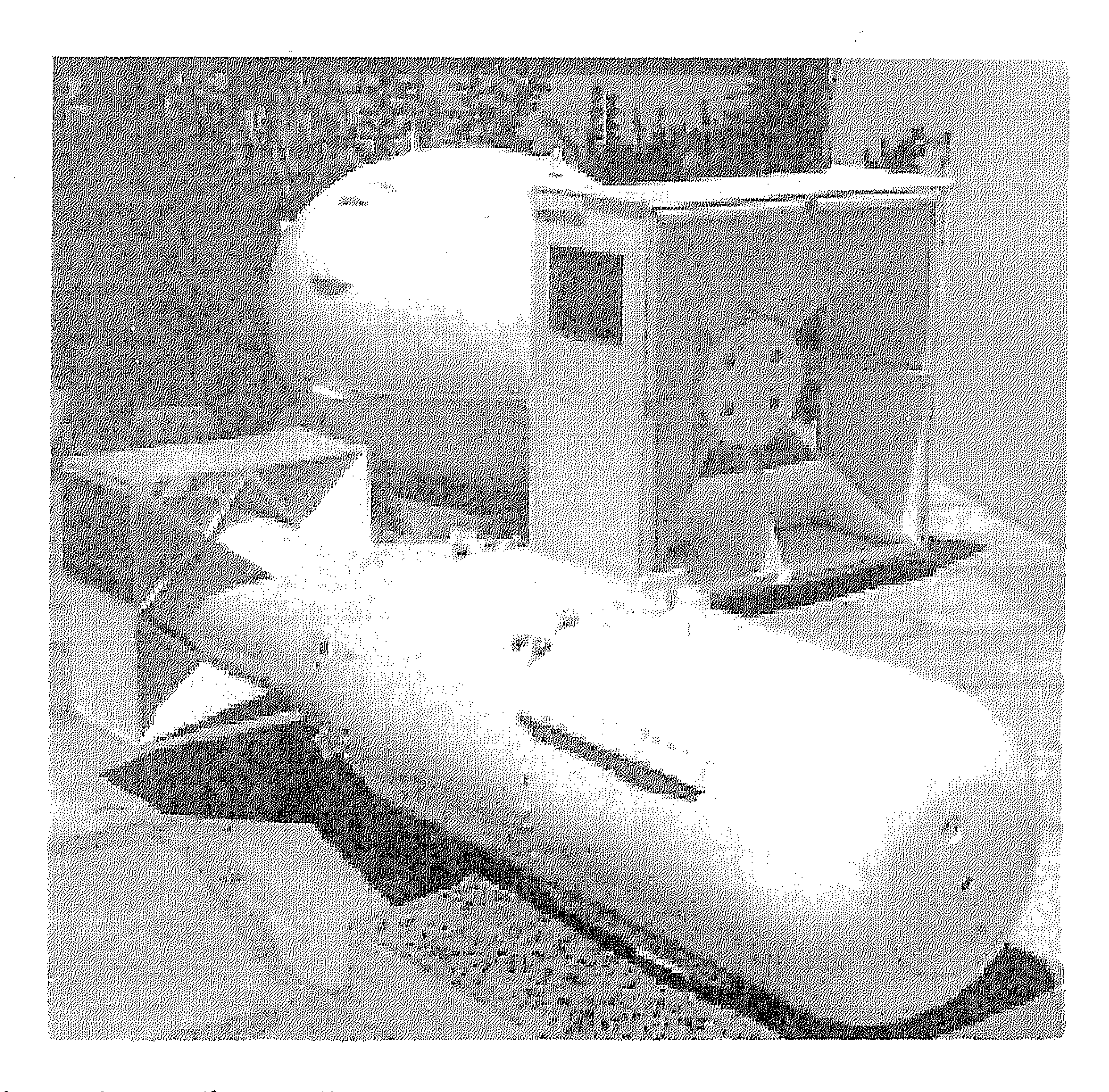


مؤتمر يالتا فى فبراير عام ١٩٤٥

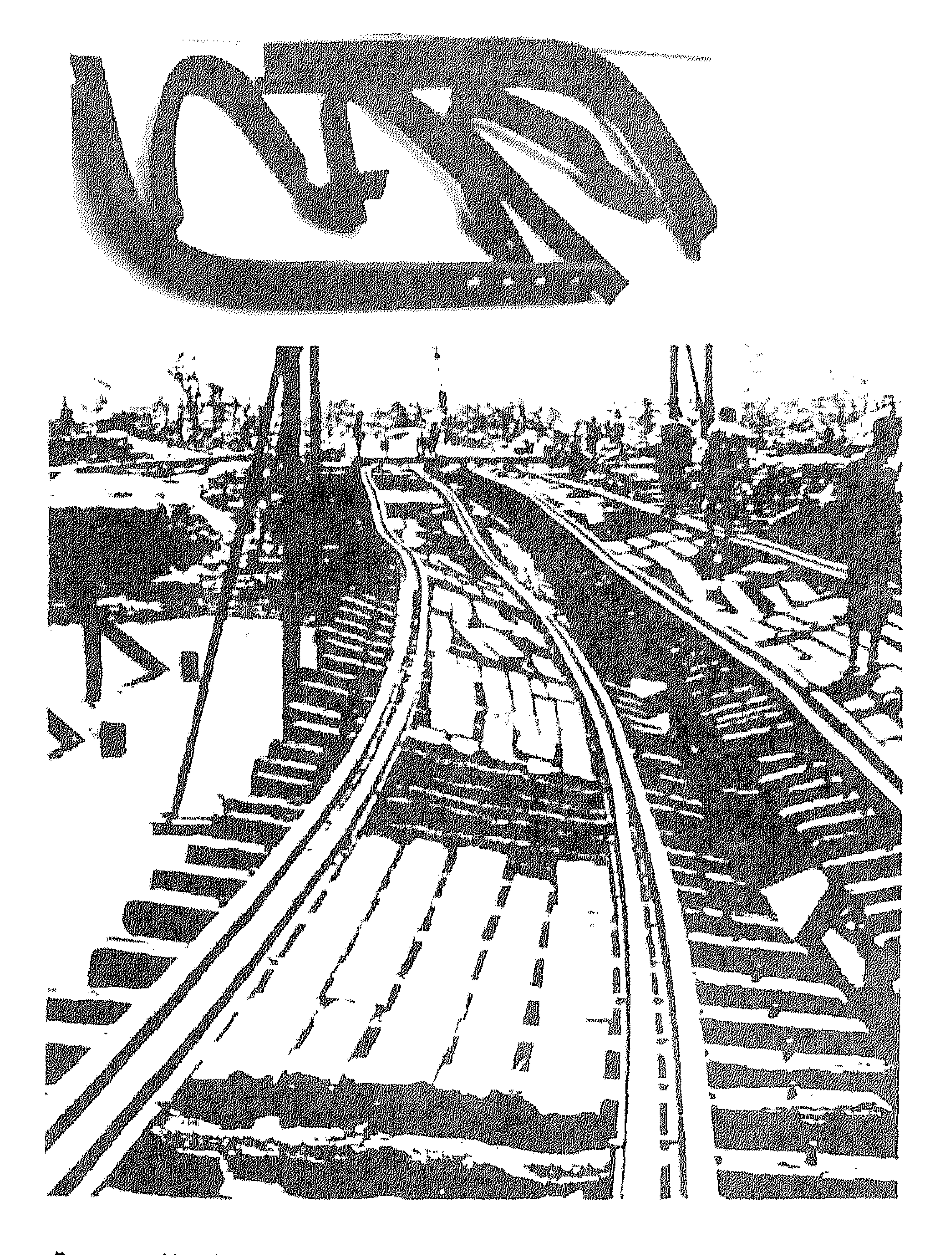
من اليسار ونستون تشرشل وفرانكلين روزفلت وجوزيف ستالين



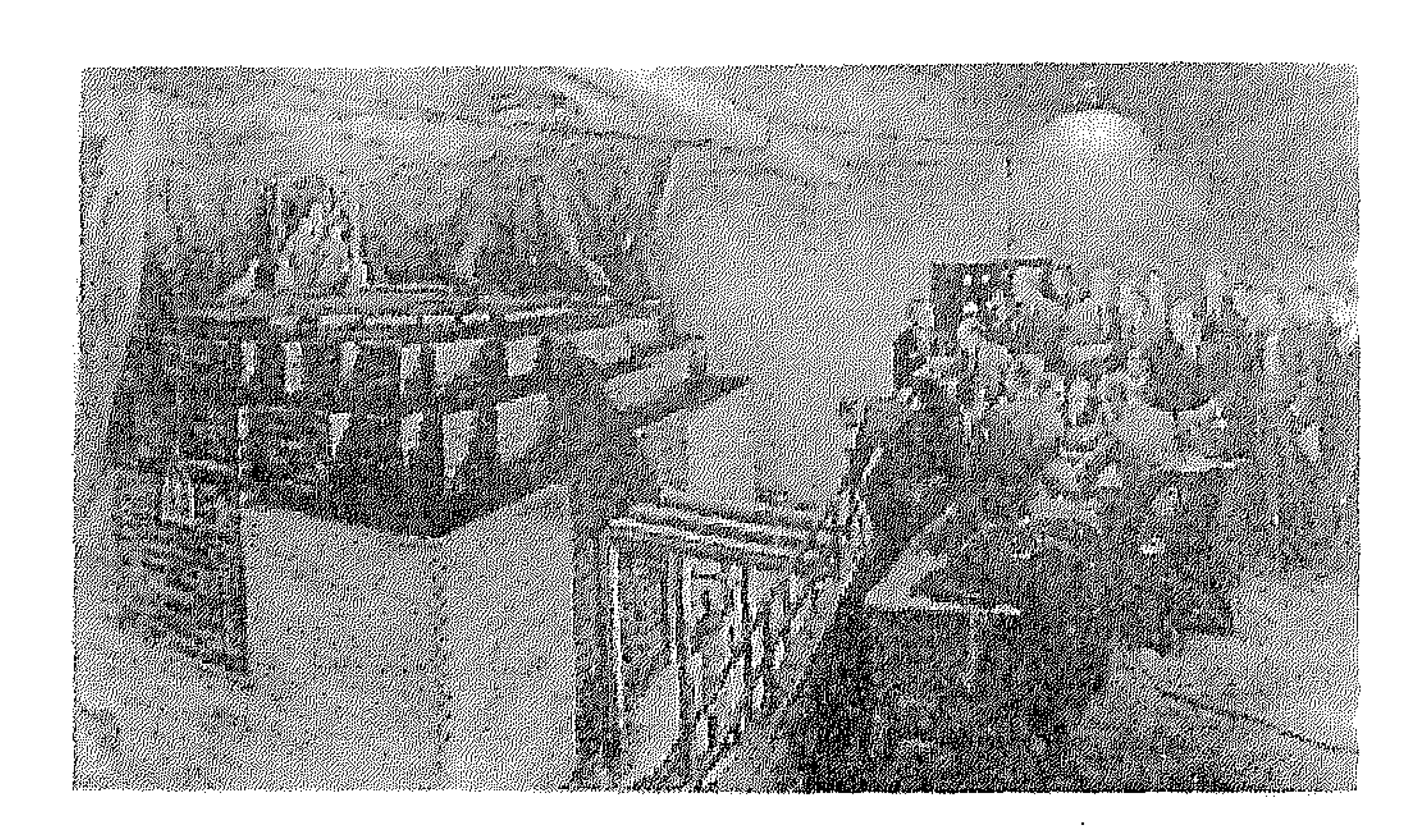
تفجير ذرى



القنبلتان الولد الصغير ألقيت على هيروشيما والرجل السمين ألقيت على نجازاكى

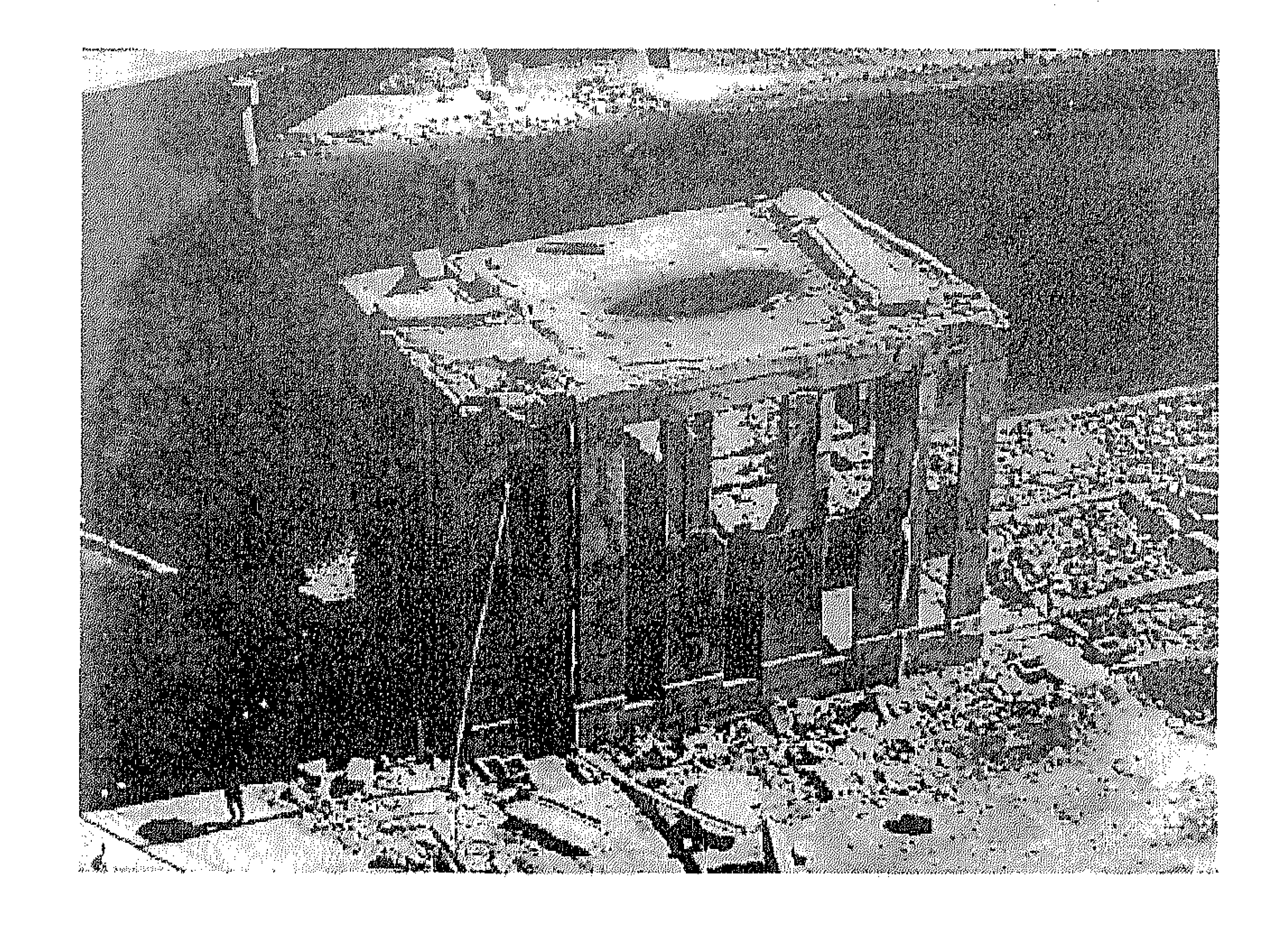


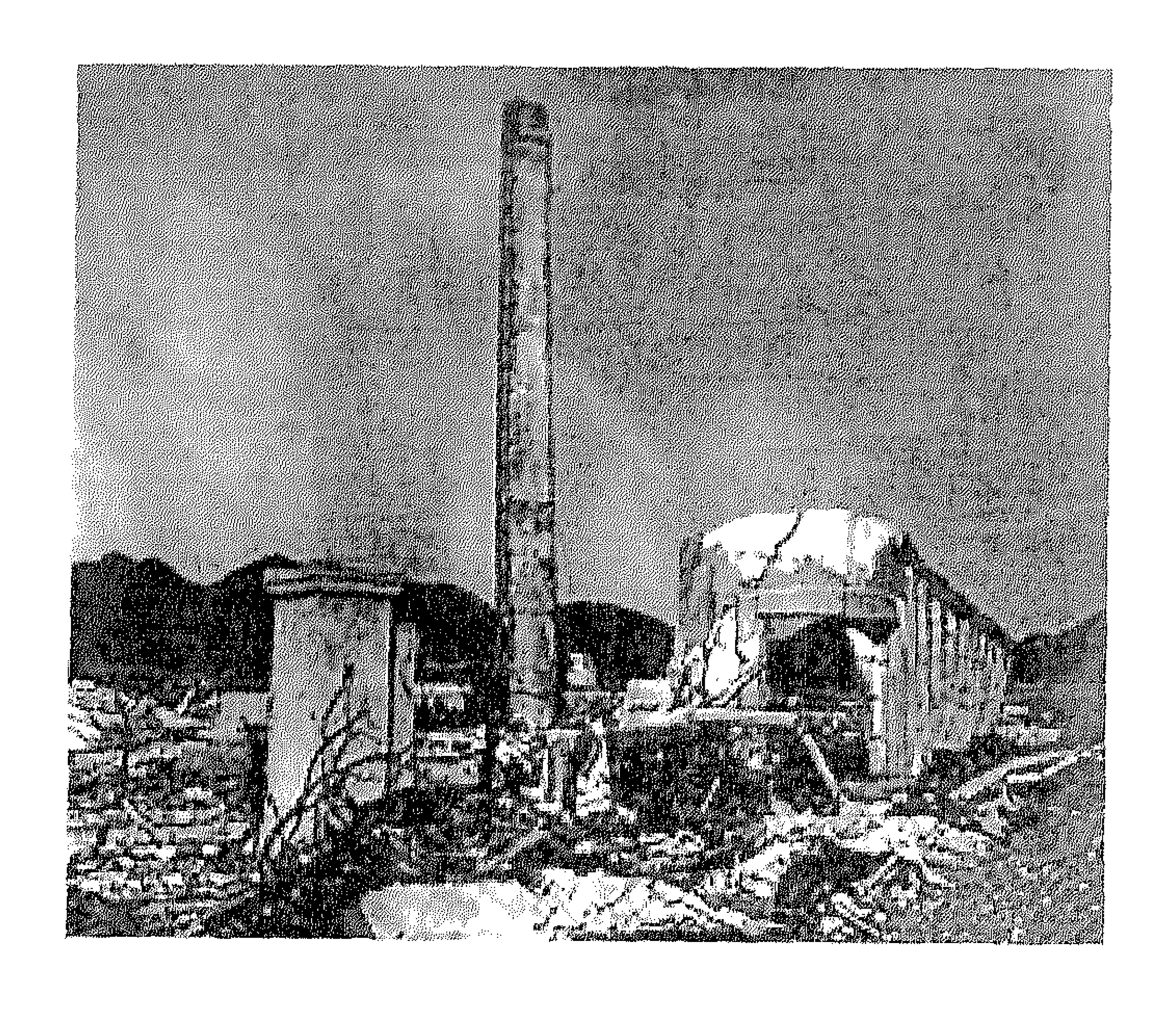
تسببت قوة الضغط والحرارة الشديدة فى التواء القضبان الحديدية



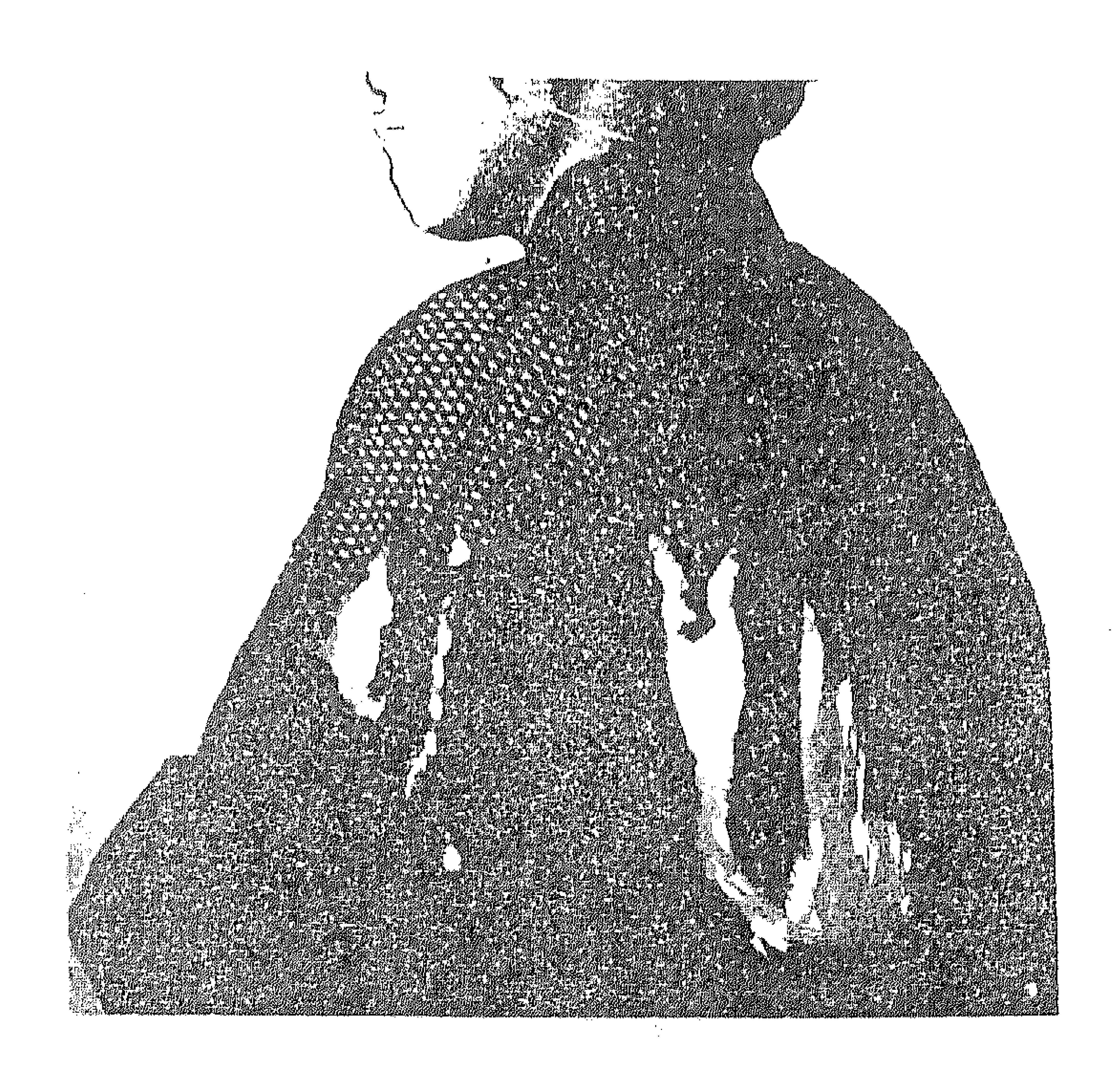
رسم توضيحى لأول مفاعل ذرى

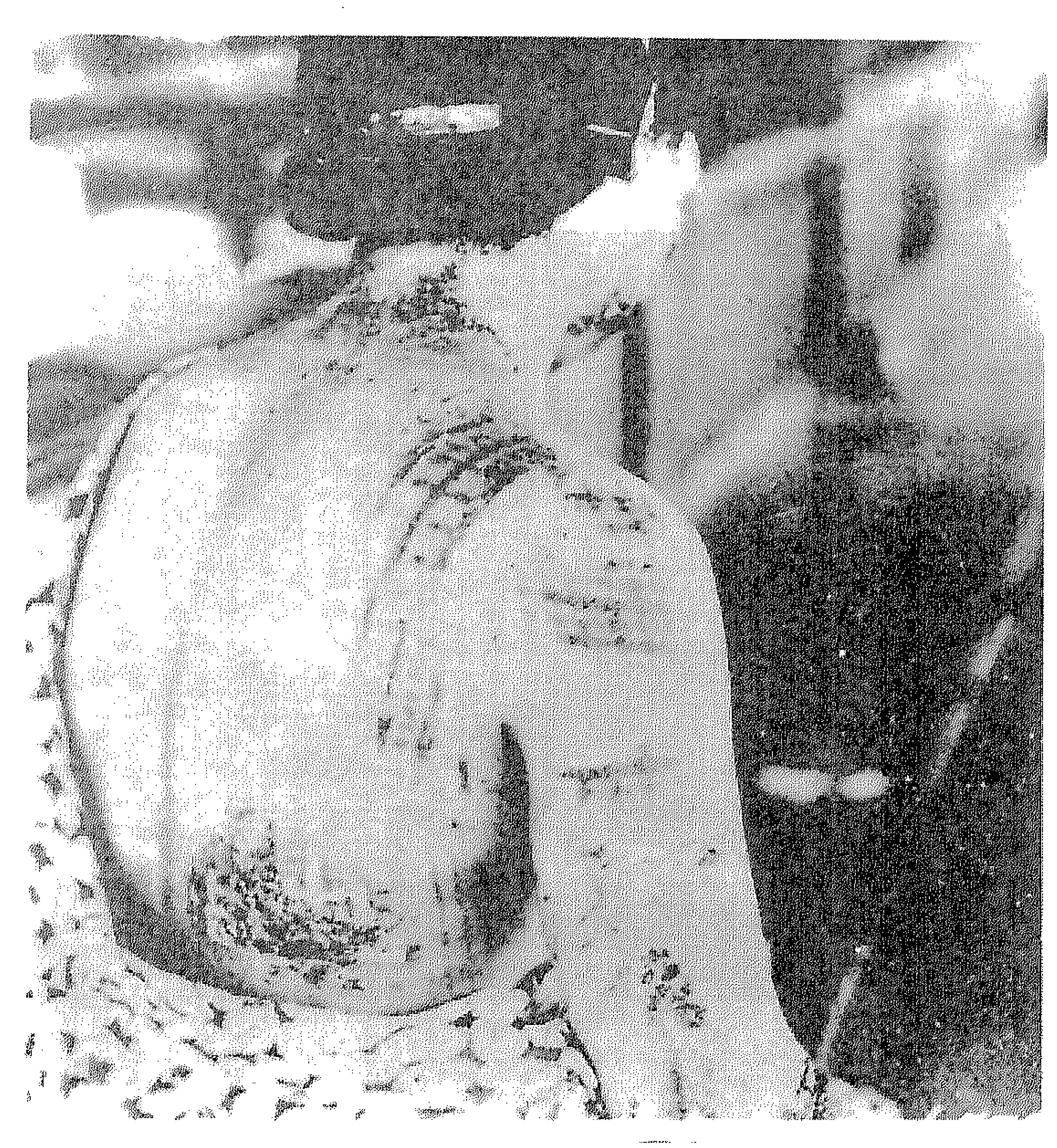
مكون من طبقات من اليورانيوم والجرافيت





الحق الانفجار ضررا شديدا بالمبانى

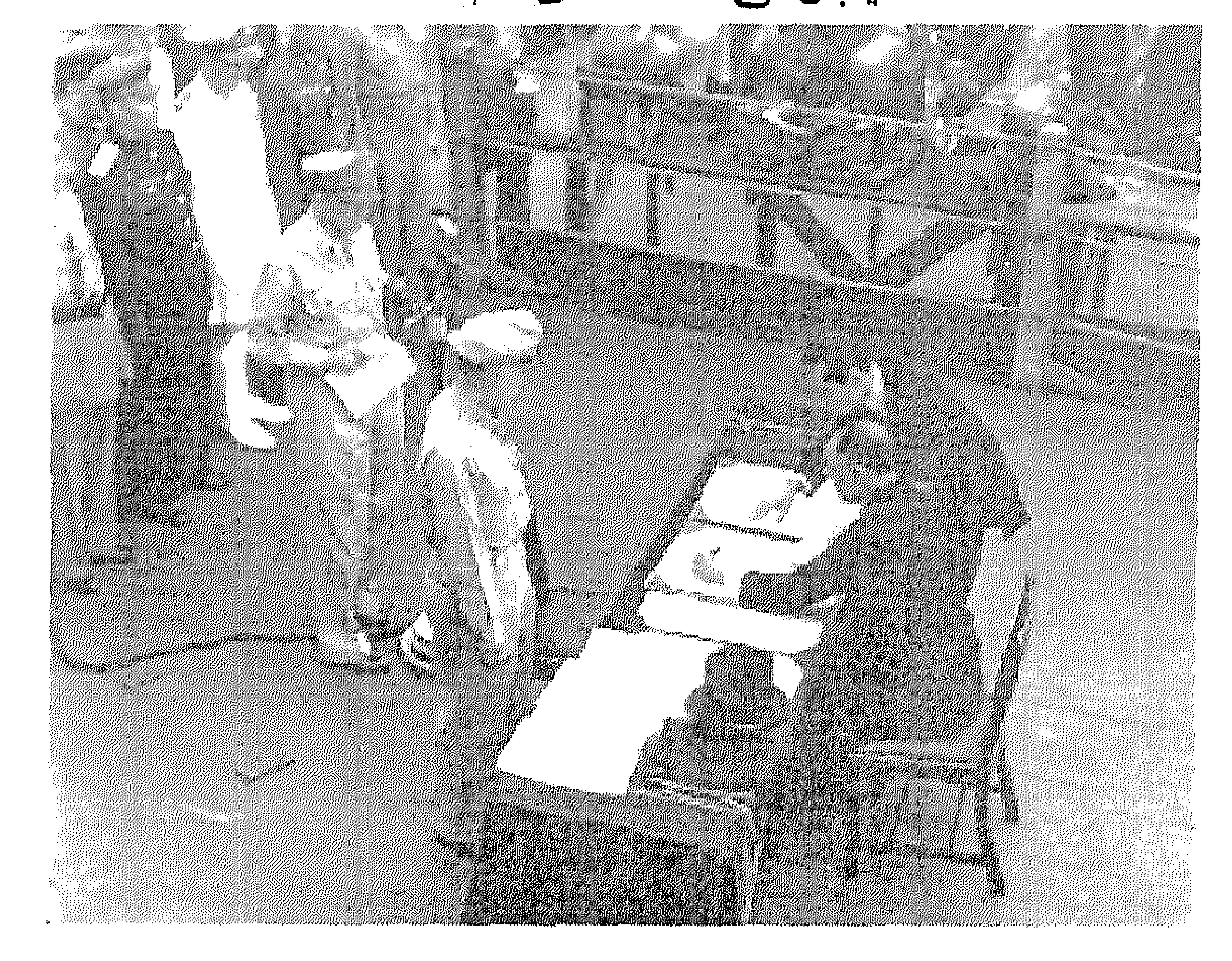




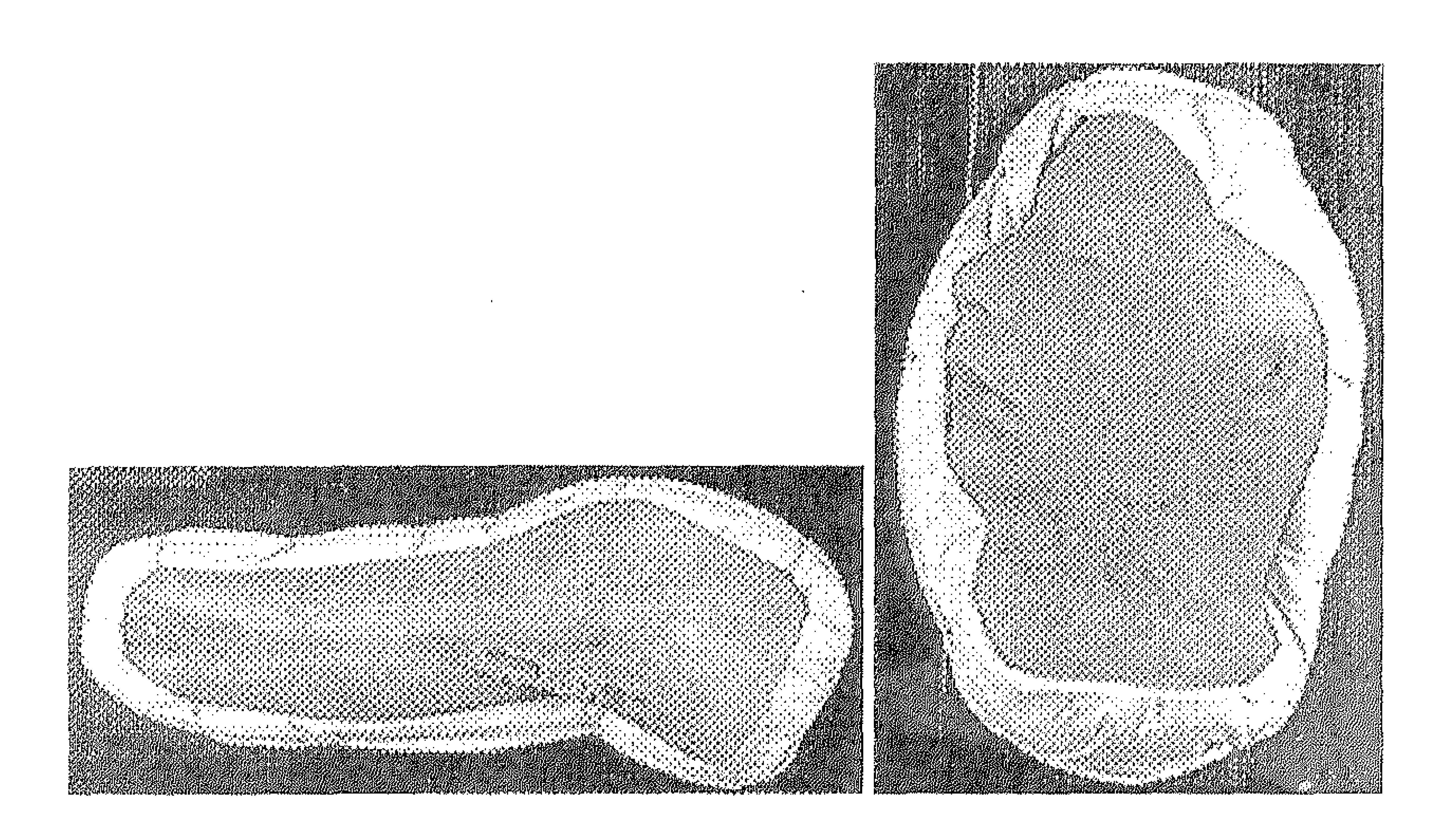
يبدو الرداء اليابانى الشهير "الكيمونو" مطبوعا على أجساد النساء



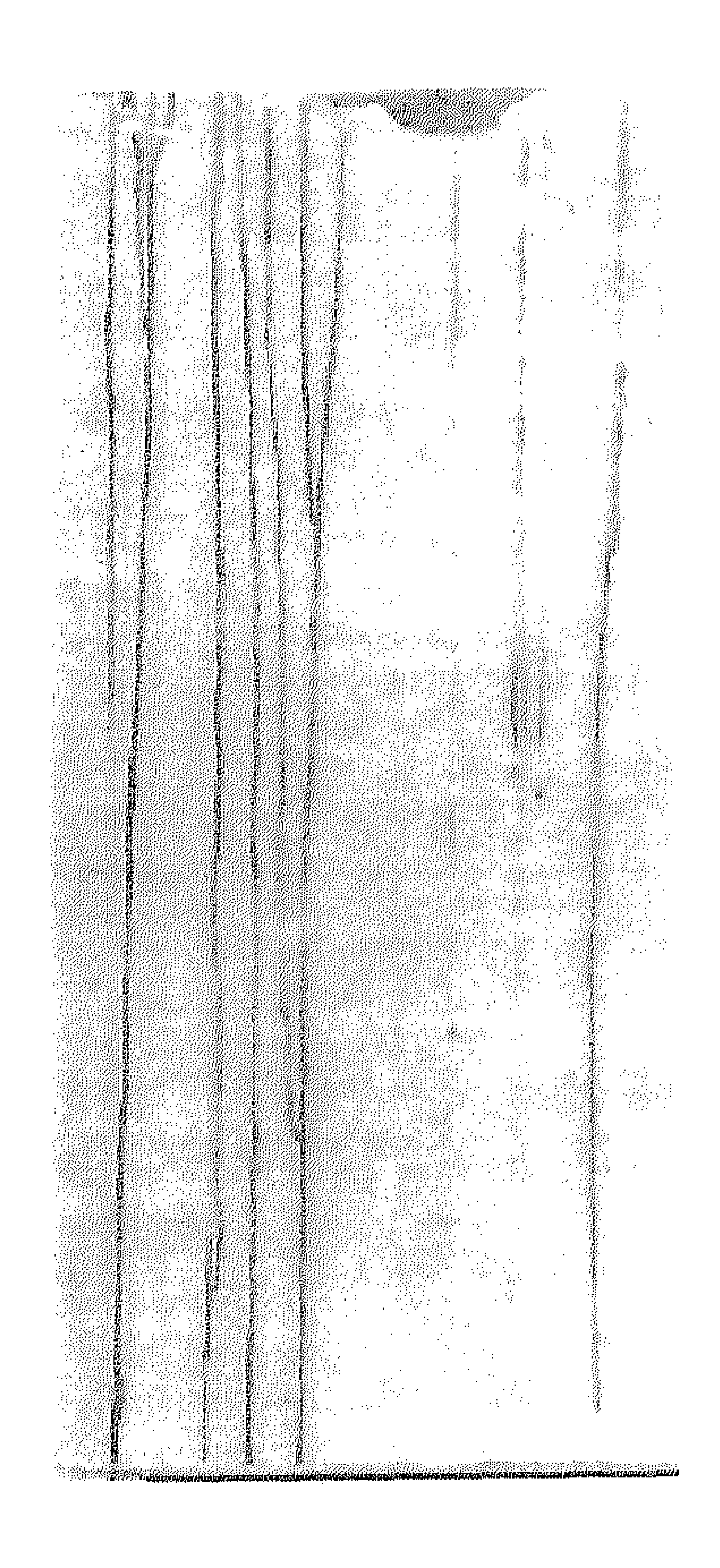
في البيت الأبيض الأمريكي. الرئيس هاري ترومان يعلن استسلام اليابان في ١٤ أغسطس عام ١٩٤٥



توقيع وثيقة استسلام اليابان



أشلاء ضحايا القنابل الذرية



المطر الأسود ملوث بالإشعاع



بالقرب من مركز الانفجار
احترق الضحايا وتدلى الجلد من أجسامهم

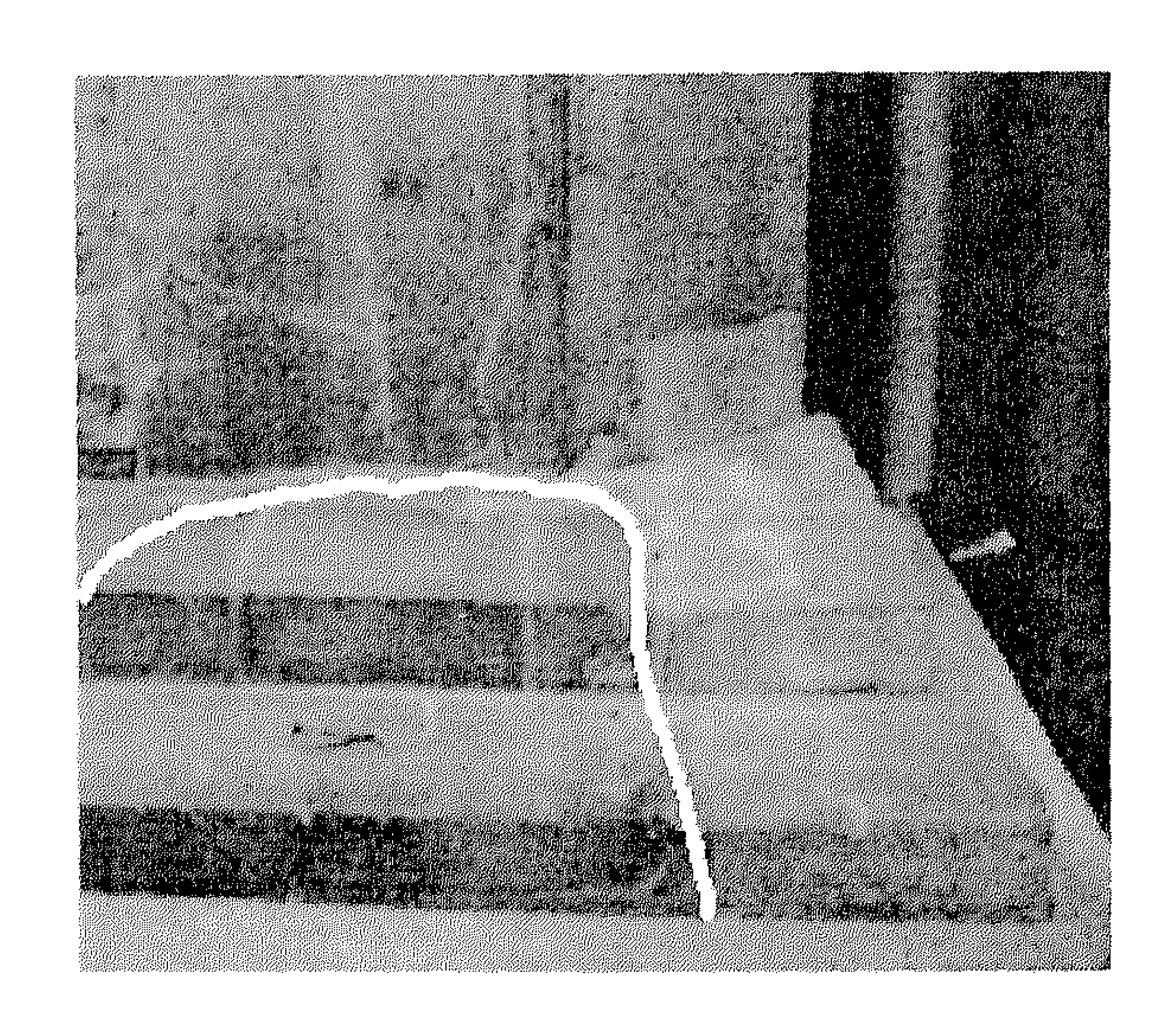


فتاة يابانية سقط شعرها تماما من تأثير الإشعاع

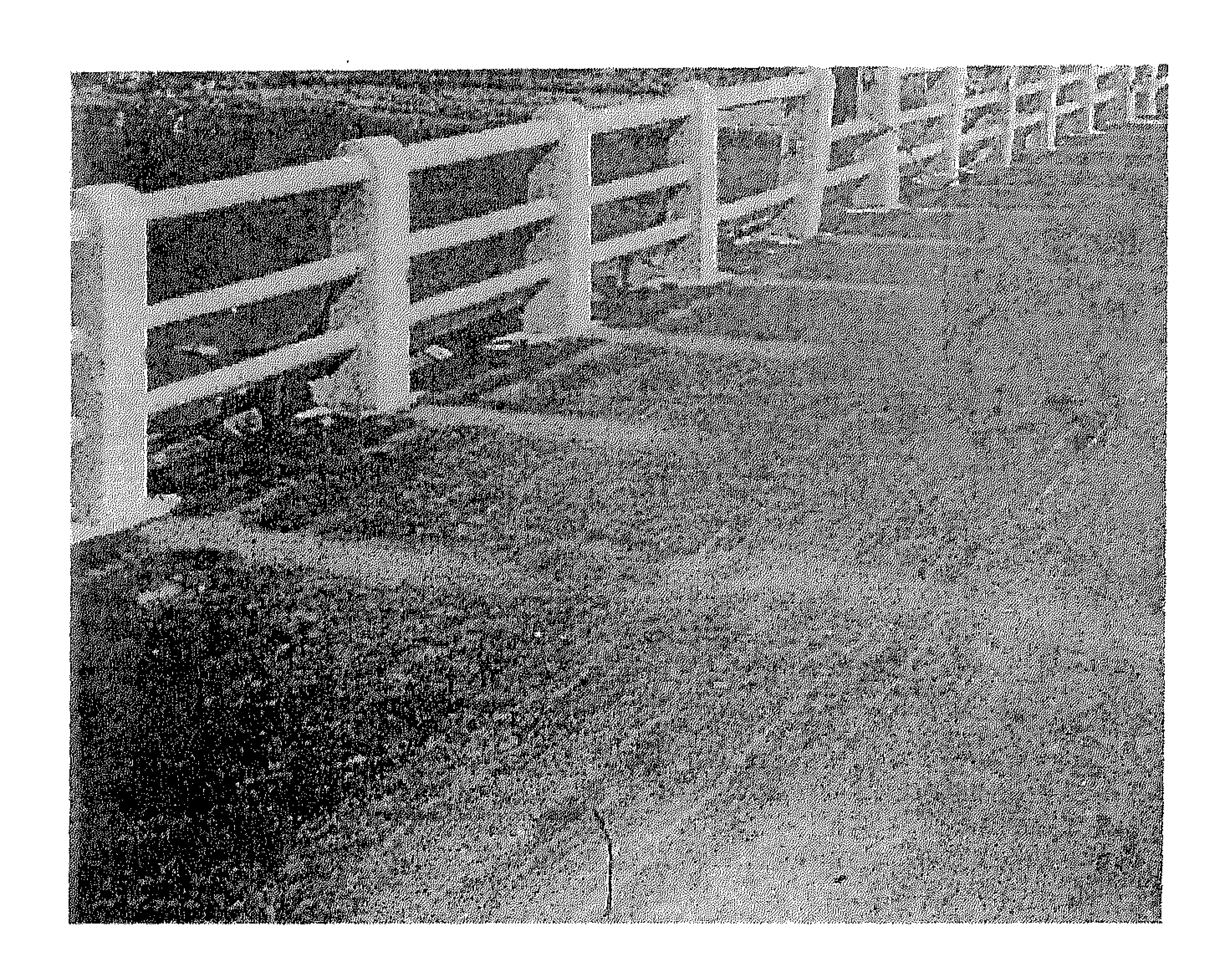


تظهر آثار حرائق الإشعاع

على جلد طفل ياباني على بعد ١,٥ ميل من مركز الانفجار



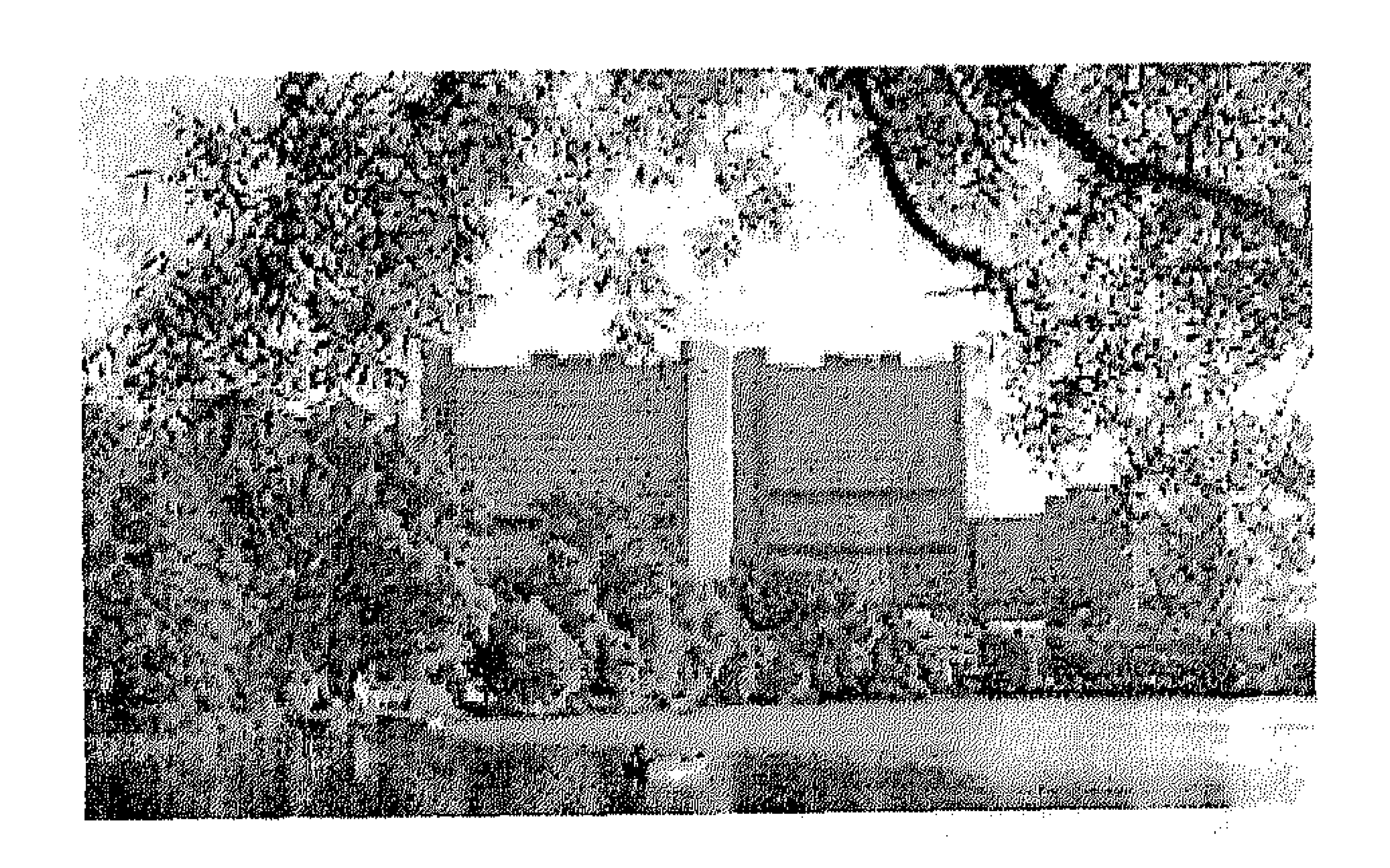
على بعد نصف ميل من مركز الانفجار
تظهر آثار الضحايا كظل دائم مطبوع على سلم حجرى



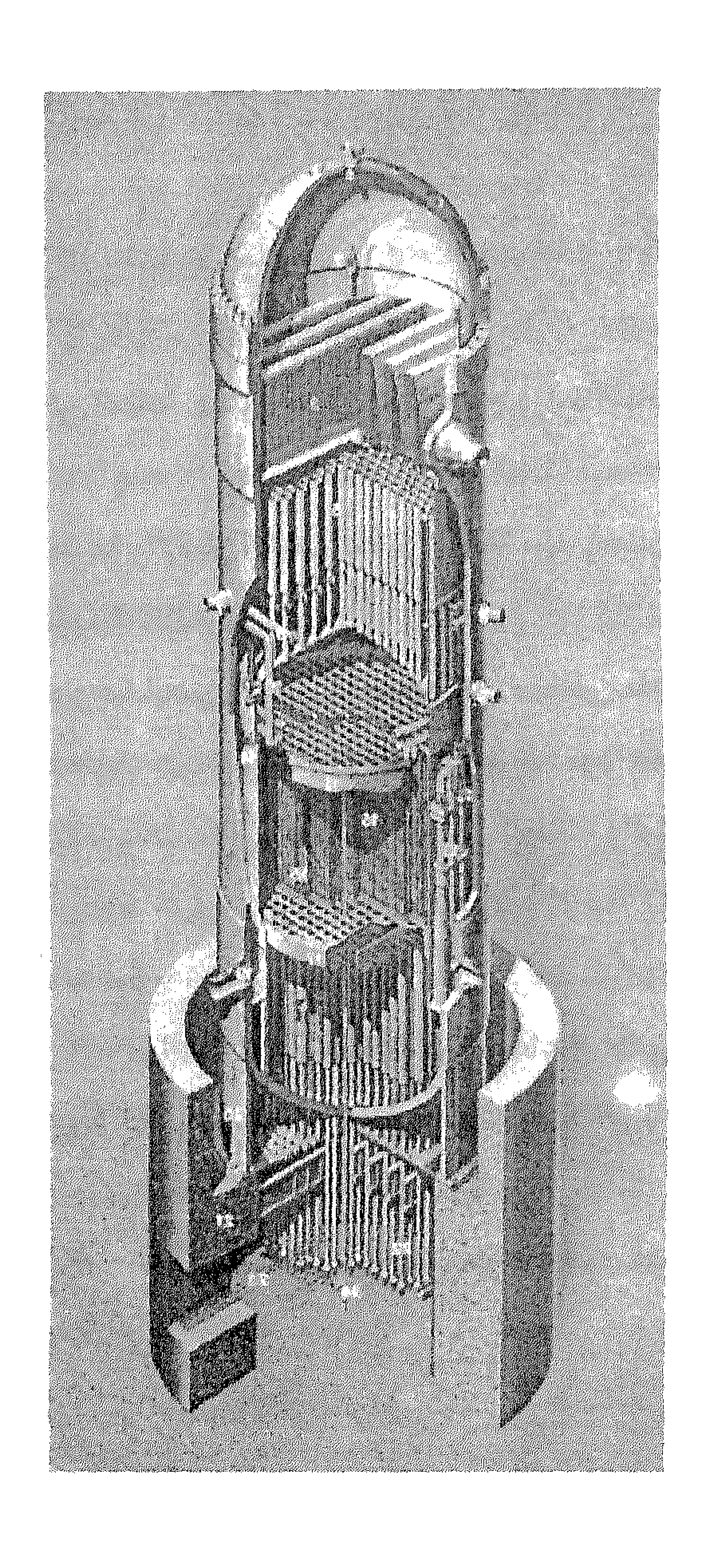
ظل دائم مطبوع لدعامات طريق المشاة فوق الجسر



ظل النباتات مطبوعا على عامود خشبي



مبنى الوكالة الدولية للطاقة الذرية



مقطع فى المفاعل النووى من الداخل

يشكل الوقود الذرى على هيئة قضبان لاستخدامها فى المفاعل النووى

المراجع العربيـة

١- قصة الطاقة الذرية.تأليف لورا فيرمى .ترجمة عمر كامل الوكيل.مكتبة الأنجلو المصرية ١٩٦٣.

٢- من الذرة الى الطاقة .دكتور جمال الدين نوح.وزارة الثقافة والإرشاد القومى ١٩٦١.

٣- الذرات والطبيعة والإنسان.تأليف ا.هاينز.ترجمة سيد رمضان هدارة.قسم النشر بالجامعة الأمريكية بالقاهرة.

٤- تاريخ التكنولوجيا.ايجون لارسن.ترجمة دكتور مصطفى ماهر ١٩٧٧.

٥- العناصر الكيماوية.جيروم س.ماير.ترجمة د.أنور محمود عبد الواحد١٩٦٧.

٦- الذرات والإلكترونات.ماتفى برونشتين.دار مير للطباعة والنشر.موسكو.١٩٨٤.

٧- قصة الذرة -د.إسماعيل بسيونى الهزاع.المكتبة الثقافية(٢٢).وزارة الثقافة والإرشاد القومى.القاهرة-١٩٦٠.

٨- البحث عن العناصر.إسحاق أسيموف.ترجمة إسماعيل حقى ١٩٦٨.

٩- الحرب النووية القادمة.د.جمال الدين محمد موسى.الهيئة المصرية العامة للكتاب.١٩٨٦.

١٠- مصادر الوقود النووى.آرثر ل.سينحلتون.ترجمة فؤاد عبد العال.قسم النشر بالجامعة الأمريكية القاهرة ١٩٧٢ .

١١- جولة فى عالم الفلزات النادرة.س.فينيتسكى.ترجمة عيسى مسوح.دار مير للطباعة والنشر.موسكو.١٩٨٧.

١٢- سلسلة العلم فى خدمة الإنسان (الذرة-الكيمياء- الجزء الثانى والثالث).د.محمد الشحات.مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة ١٩٦٩.

١٣- القوى النووية.الألف كتاب (٤٨٦).ترجمة د.يونس صالح سليم.دار الفكر العربى ١٩٦٣.

١٤- الذرة ومنافعها السلمية.مارتن مان.ترجمة د.عبد الحميد أمين.عالم الكتب ١٩٦١.

١٥- الذرات .روبرت لفون جرامون.ترجمة أحمد الأرفلي.شركة تراد كسيم ١٩٧٧.

١٦- اليابان-الدولة الحديثة والدور الأمريكي.د.فوزي درويش.القاهرة ١٩٨٩.

١٧- الطاقة ومصادرها المختلفة.د.أحمد مدحت إسلام.مركز الأهرام للترجمة والنشر ١٩٨٨.

١٨- الحرب العالمية الثانية.د.صلاح العقاد.مكتبة الأنجلو المصرية.القاهرة ١٩٦٣.

١٩- التلوث مشكلة العصر.د.أحمد مدحت إسلام.عالم المعرفة. (١٥٢) المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.الكويت ١٩٩٠.

٢٠- ندوة تلوث البيئة الإشعاعي المنعقدة بالمركز القومي للبحوث من ٤/٢٢ الى ١٩٨٧/٤/٢٣.

٢١- المفاعلات النووية ونقل تقنيتها.د.طالب ناجي الخفاجي.مكتب التربية العربي لدول الخليج.الرياض ١٩٨٩.

٢٢- احتمالات نهاية الكون.قسم التأليف والترجمة.دار الرشيد.دمشق.بيروت ١٩٨٨.

٢٣- جولة عبر العلوم.ج.ن.ليونارد.ترجمة السيد المغربي.الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٧٧.

٢٤- تاريخ الاختراع.ايجون لارسن.ترجمة د.أنور محمود عبد الواحد.مؤسسة سجل العرب ١٩٦٤.

٢٥- الذرة ومستقبل العالم -د.محمد محمود غالي.لجنة التأليف والترجمة والنشر.القاهرة-١٩٥٥.

٢٦- الفيزياء النووية والمفاعلات النووية -ا.ن.كليموف،ترجمة مجدى مصطفى إمام ،دار مير للطباعة والنشر موسكو١٩٨٠.

٢٧- الفوتونات والنويات -سلسلة كتب الفيزياء للجميع ، الكسندر كيتا يجورودسكي ، ترجمة د.داود سليمان المنير ، دار مير للطباعة و النشر - موسكو- ١٩٨٥ .

٢٨- أعداد من مجلة العلم المصرية - أكاديمية البحث العلمي و التكنولوجيا.

٢٩- عالم النواة و بداية عصرها فى مصر - د. فتحى البديوى . الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٩٣ .

المراجع الأجنبية

1- HIROSHIMA, JOHN HERSY , ALFRED A. KNOPE, NEW YORK, 1987.

2- SCIENCE AND TECHNOLOGY IN ASIAN DEVELOPMENT. UNESCO . NEW DELHI AUSVEST 1986 .

3- ANNALS OF NUCLEAR ENERGY VOL. 4 , NO. 6-8 , 1977.

4- THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTES FROM FISSION REACTORS. BERNOLCOHEW SCI. AM. 256,6,JUNE 17, 1980.

5- SAFETY SERIES NO. 55 PLANNING FOR OFF - SITE RESPONSE TO RADIATION. ACCIDENTS IN NUCLEAR FACILITIES, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1981

6- ATOMIC ENERGY DEVELOPMENT, FIFTH SEMI - ANNUAL REPORT OF THE UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION, 1947 - 1948 U.S.GOVERNMENT PRINTING OFFICE, 1948.

7- INTRODUCTION TO NUCLEAR ENGINEERING. RICHARD STEPHENSON. MC GRAW - HILL BOOK COMPANY INC., 1954.

8- ACTION OF RADIATION ON LIVING CELLS. DOUGLAS E. LEA. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1947.


تم بحمد الله

رقم الإيداع بدار الكتب ٩١٦٩ / ١٩٩٩

الترقيم الدولى ISBN 977-19-9162-0

الدنيا الجديدة

فى هذا الكتاب تجوب بنا عجلة التاريخ فى دراسة الذرة،
طوافة عبر بلاد الإغريق إلى بلاد الإنجليز وفرنسا
ثم إيطاليا وألمانيا وأخيراً القارة الأمريكية.
وعندما تمكن العلماء من انتزاع الطاقة الذرية من عقالها،
استغلت فى صناعة القنابل الذرية وألقيت على اليابان فى أغسطس
عام ١٩٤٥. ومرت سنوات. وجاء أغسطس عام ١٩٤٩،
وهو شهر حاسم فى تاريخ الطاقة الذرية،
حيث أنهى ذلك التاريخ احتكار الولايات المتحدة للسلاح الذرى.

- ويصدر هذا الكتاب فى ذكرى مرور خمسين عاما
على عولمة الطاقة الذرية، بعد اقتناء روسيا السلاح الذرى.
وبعدها كانت بريطانيا وفرنسا، ثم الصين وإسرائيل والهند
وجنوب أفريقيا وباكستان وأوكرانيا والعراق وكوريا الشمالية.
وكل خمس سنوات، تحوز دولة جديدة سلاحا ذريا.

- إنها قصة تشبع العقل والخيال العلمى فى آن واحد.
نقدمها للقارئ العربى والأجيال الصاعدة.
راجين أن يسهم الجميع بالعلم والجهد فى خدمة السلام
لنبدأ عصرا جديدا مع بداية قرن جديد.

